№ 3. Warszawa, 25 marca 1931 r. Rok IX.

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO STOWARZYSZENIA DOZORU KOTŁÓW W WARSZAWIE

OFICJALNY ORGAN POLSKIEGO KOMITETU NORMALIZACYJNEGO DLA SPRAW KOTŁOWYCH

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI

Wydawca: Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.

REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIĘKNA 32, m. 12. TEL. 8-81-47.

GODZINY BIUROWE: REDAKCJI—PIĄTKI, OD 18 DO 20, ADMINISTRACJI—CODZIENNIE, OD 10 DO 15

Inż. T. WRÓBLEWSKI.

BEWAG

Skrót powyższy stanowi nazwę Towarzystwa Akcyjnego eksploatującego Berlińskie Miejskie Elektrownie.

Ze względu na ciekawy i szybki rozrost tej instytucji, przytoczymy tu kilka dat jej rozwoju.

W kwietniu 1883 r. inżynier E. Rathenau założył Niemieckie Towarzystwo Edisona w celu wyzyskania na większą skalę doświadczenia zdobytego przy ruchu małych centralnych stacyj elektrycznych. Pierwsza stacja blokowa powstała przy ul. Friedrichstrasse 85 w Berlinie i służyła do oświetlenia kawiarni Bauera i kilku lokali położonych w tym samym bloku domów.

W lutym 1884 r. miasto zawarło układ z Towarzystwem Edisona odnośnie założenia przewodów w promieniu 800 m od ratusza; w maju zaś tegoż roku Rathenau założył nowe Towarzystwo pod nazwą „Miejskie Elektrownie". Pierwsza elektrownia powstała przy ul. Markgrafenstrasse; liczyła 6 maszyn po 150 KM. i została uruchomiona w 1885 r.; druga, uruchomiona w 1886 r. przy ul. Mauerstrasse, miała 3 maszyny po 150 KM. Obie elektrownie dostarczały prąd stały o napięciu 110 V. Umowa z 1888 r. rozszerzyła zakres działania Towarzystwa i przewidywała budowę siłowni przy ul. Schiffbauerdamm i Spandau. W 1895 r. przejmuje Towarzystwo siłownię Oberschöneweide i buduje siłownię Moabit. Obie elektrownie dostarczały prąd zmienny o napięciu 6000 V. do śródmieścia, gdzie istniało 5 stacyj przetwarzających go na prąd stały. W 1899 r. BEWAG, zyskuje prawo zakładania sieci w całem mieście.

W 1907 r. powstaje konieczność budowy siłowni w Rummelsburgu.

W 1915 r., wobec wygaśnięcia uprawnienia, miasto przejęło prowadzenie siłowni, których ogólna moc wynosiła już 155000 *kW*. Podczas wojny siłowni nie budowano, wobec jednak wzrostu spożycia wyłoniła się w 1918 r. konieczność sprowadzania prądu z siłowni Golpa — Zschornewitz (elektrownia państwowa) o napięciu 100 *kV*, przyczem miasto zastrzegło sobie możność pobierania 60000 *kW*. Wzrost spożycia szedł tak szybko, że już w 1923 r. 70% zapotrzebowania miasta pokrywano prądem dosyłanym z siłowni opartych na węglu brunatnym; siłownie zaś berlińskie, wraz z przyłączonemi w 1921 r. siłowniami Charlottenburg i Steglitz, nabierają charakteru siłowni szczytowych. Po inflacji zdecydowało się miasto przekształcić swe elektrownie na Towarzystwo Akcyjne pod nazwą Bewag.

Aby zaspokoić zapotrzebowanie energji zdecydowano się zmodernizować siłownię Charlottenburg oraz rozbudować siłownię Moabit, Oberspree i Rummelsburg. W 1925 r. powstaje konieczność wybudowania siłowni Klingenberg, co pozwoliło zredukować ilość energji dosyłanej w 1927 r. do 33% ogólnego zapotrzebowania. W 1928 r. wszedł w życie nowy układ między BEWAG a elektrowniami państwowemi, dotyczący dosyłania 80000 *kW*, podczas zimowych miesięcy z możnością pobierania przejściowo po 110000 *kW*.

Aby podołać wzrostowi zapotrzebowania energji, który powstał przez przejęcie w 1929 r. okręgów zasilanych dotychczas przez elektrownię MEW., wyłoniła się konieczność budowy siłowni „WEST" nad Dolną Szprewą. Na jesieni 1930 r. elektrownia ta miała być obciążona do 100,000 *kW*.

W obecnej więc chwili Berlin posiada siłownie następujące:

Klingenberg	270,000	*kW*	
Charlottenburg	104,000	„	
West	100,000	„	po ukończeniu 208,000 *kW*.
Moabit	81,400	„	

Rummelsburg	79,600 *kW*
Spandau	56,000 „
Oberspree	44,500 „
Steglitz	6,600 „

Ponadto 4 podwójne przewody doprowadzają do Berlina prąd o napięciu 100 *kV*.

Siłownia Klingenberg była opisana szczegółowo w Przeglądzie Technicznym w 1928 r. Tu przytoczymy tylko dane orjentacyjne.

KOTŁOWNIE.

Liczba i typ kotłów	Pow. ogrz. kotła m^2	Stan pary		Wydajność kotłów		Rodzaj paleniska
		atn	*t.* C⁰	norm. *t*/godz.	max. *t*/godz.	
12 stromo-rurkowych . . 4 sekcyjne	1750	37	415	65	77	Paleniska [1]) na pył

MASZYNOWNIA.

Nr.	Turbogenerator		Turbina				Generator	
	Liczba	Moc *kW*	*atn.*	⁰C	*ata*	*n*/min.	*V.*	*kVA.*
1	3	80,000	32,5	400	kond.	1,500	6,000	2×43,750
2	3	10,000	32,5	400	0,45	3,000	6,000	12,500

Turbogenerator Nr 1 zbudowany z dwoma wałami, turbogenerator zaś Nr. 2 na pobieranie pary przy 3,5 *ata*. Elektrownia ma zatargi o dymienie.

„West"

Elektrownia West była podczas Międzynarodowej Konferencji Energetycznej w budowie.



Rys. 1

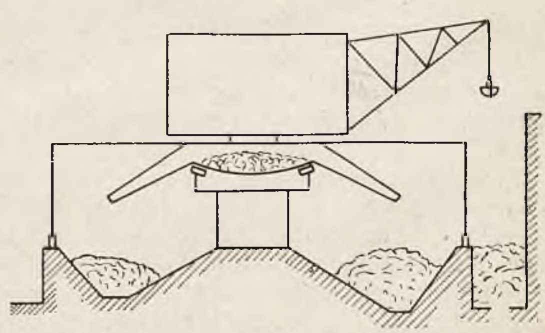
Kotłownię wraz z całem wyposażeniem i konstrukcje żelazne dostarcza f. Borsig; turbiny, generatory, instalacje elektryczne dostarcza f. Siemens-Schukert, która też prowadzi budowę.

Siłownia ma być siłownią normalną i szczytową, spółczynnik obciążenia będzie prawdopodobnie 0,25.

Ogólny widok elektrowni podaje rys. 1; na lewo widać urządzenie przeładunkowe, składy węgla i transporter węgla ze składów do kotłowni.

Dowóz węgla odbywa się koleją lub wodą.

Składy węgla uderzają swoim ogromem i budową. Zachodzi jednak wątpliwość, czy zastosowany układ jest praktyczny. Węgiel bowiem ze statku lub wagonu podniesiony zostaje na taśmę gumową, która przenosi go wzdłuż zasieków. Suwnica z żórawiem i z dwoma bocznemi rękawami (rys. 2) zostaje ustawiona w opowiedniem miejscu i węgiel z taś-



Rys. 2

[1]) centralna instalacja do mielenia węgla.

my dostaje się do zasieków położonych pod taśmą. Stąd żóraw zapomocą czerpaka przenosi węgiel do składów położonych dalej od taśmy.

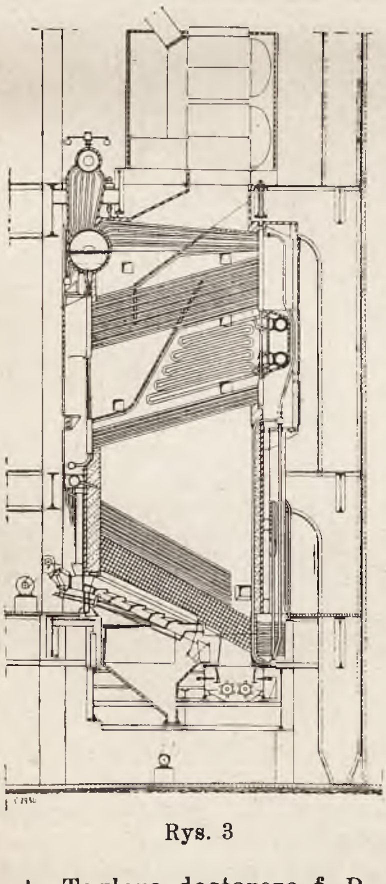
Na rysunku 1 zwracają uwagę 2 kominy, do których budowy skłoniło doświadczenie zdobyte w siłowni Klingenberg. Nie zastosowano również palenisk na pył.

KOTŁOWNIA.

Ilość i typ kotłów	Pow. ogrzew. kotła m^2	Stan pary		Wydajność kotła		Palenisko
		atn	^{0}C	norm. t/godz.	max. t/godz.	
8 sekcyjnych	2,400	32	420	120	150	Stokery Taylora

MASZYNOWNIA.

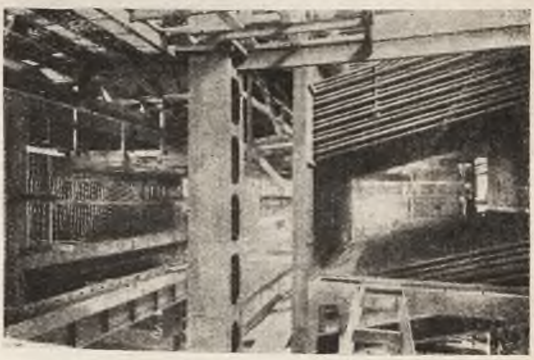
Turboagregaty		Turbina				Generator	
Ilość	Moc kW	Stan pary			n/min.	V	kVA
		atn	^{0}C	ata			
6	34,000	25	395	kond.	3,000	10,500	37,800
2	12,000	25	395	„	3,000	6,300	15,000



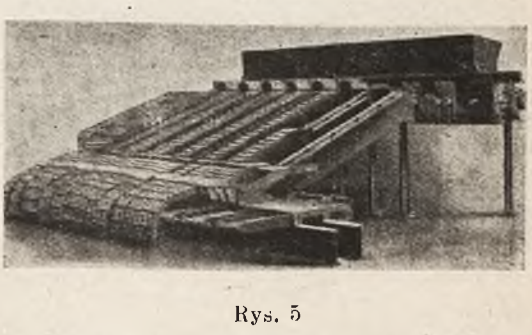
Rys. 3

Ruszty Taylora dostarcza f. Borsig. Rys. 3 podaje przekrój kotła, rys. 4 kotły w montażu. Przegrzewacz położony jest między pęczkami opłomek w takiem miejscu, że obciążenie kotła nie wpływa na przegrzanie. Ściana tylna paleniska jest całkowicie chłodzona; para, która może tu powstać, doprowadzona jest rurami do walczaka. Boczne ściany są chłodzone, dolna połowa rur ścian bocznych osłonięta jest płytami.

Podgrzanie wody odbywa się drogą pobierania pary; specjalnego podgrzewacza kocioł



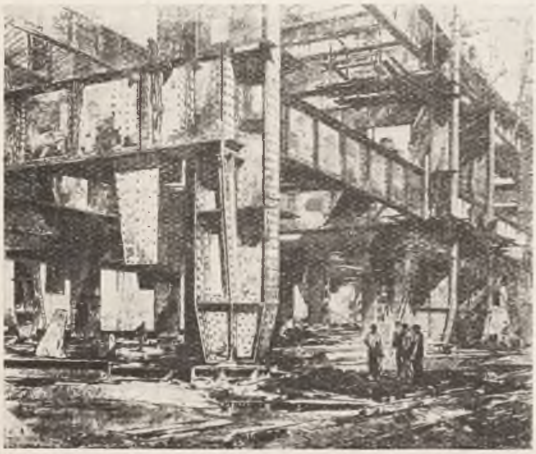
Rys. 4



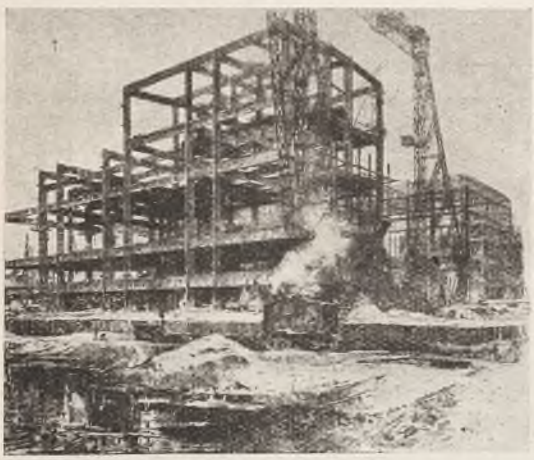
Rys. 5

nie posiada; natomiast na kotle znajduje się podgrzewacz powietrza; temperatura powietrza doprowadzonego pod ruszt wynosi 200^0 *C.*

Rys. 5 podaje wygląd rusztu; powierzchnia rusztu należącego do typu podsuwowego wynosi 67 m^2; na rys. 3 widoczne są tłoki, popy-



Rys. 6



Rys. 7



Rys. 8

chające paliwo; pracują one w nieckach między belkami, co widać na rys. 5.

Kotły ustawione są w dwóch rzędach, frontem do środka; grupa złożona z czterech kotłów posiada wpólny komin oparty na konstrukcji żelaznej i wychodzący ponad dach.

Turbiny dostarczyła f. Siemens i Schuckkert.

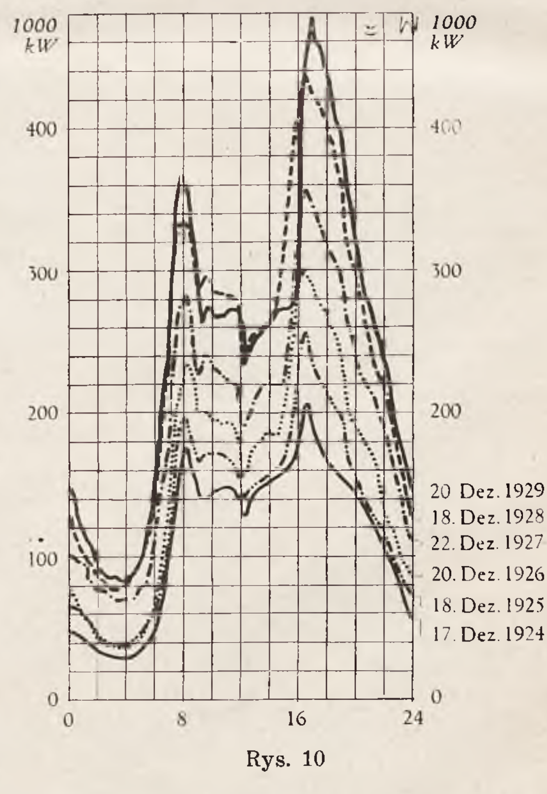


Rys. 9

Rysunki 6, 7, 8, 9 podają siłownię West w budowie.

Charlottenburg.

Elektrownia pracuje jako siłownia normalna i szczytowa. Siłownia normalna była



Rys. 10

rozszerzona w 1925 r., instalacja Ruths'a została ustawiona w 1929 r.

Wzrost krzywej obciążenia (rys. 10) elektrowni Bewag w latach 1924—1928 spowodował zarząd Towarzystwa do wyłonienia spe-

cjalnej komisji dla rozwiązania tego zagadnienia.

Jako zasadnicze podstawy rozwiązania przyjęto:

1) pewność ruchu,

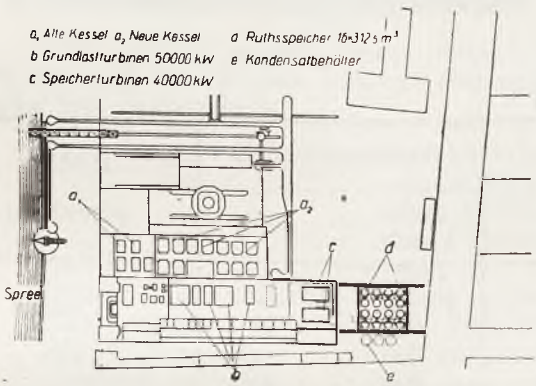
2) małe zużycie kapitału, co ma znaczenie zwłaszcza przy elektrowniach szczytowych,

3) umieszczenie elektrowni możliwie blisko punktu odbioru energji,

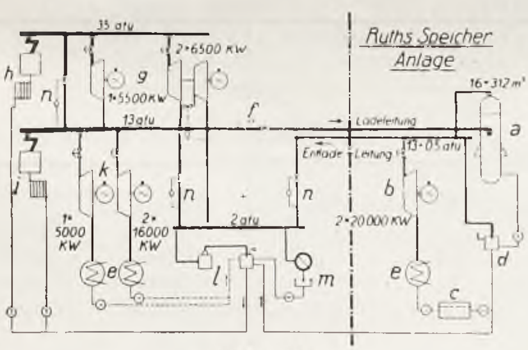
4) uniknięcie dymienia i zarzucania popiołem (Klingenberg),

5) momentalna możliwość pokrycia szczytów obciążenia.

Zarazem ustalono, że koszt specjalnej siłowni szczytowej łącznie z transformowaniem prądu wyniósłby 260—270 *RM/kW*.



Rys. 11



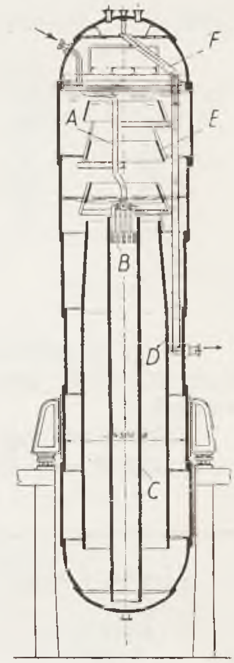
Rys. 12.

a) zasobnik Ruths'a, b) turbogeneratory Ruths'a, c) zbiornik kondensatu, d) odgazowniki wody dodatkowej dla zasobników, e) kondensatory, f) automatyczny regulator, g) turbiny WP., h) kotłownia WP., i) kotłownia NP., k) turbiny NP., l) odparowalnice wody dodatkowej, m) ogrzewanie miejskie, n) wentyle redukcyjne.

W wyniku rozważań wybrano instalację Ruths'a i połączono ją z istniejącą elektrownią Charlottenburg'ską; koszt jej wyniósł 200 *RM/kW*.

Projektowała i wykonała instalację f. Siemens Schuckert.

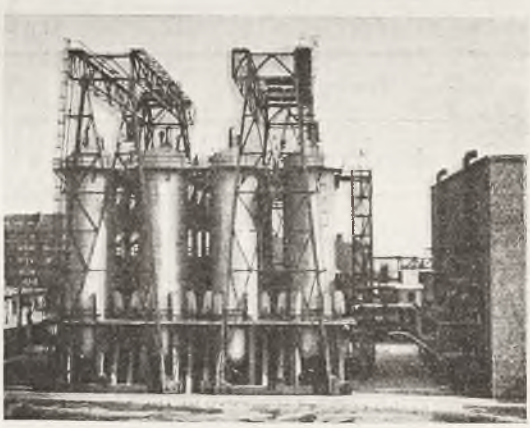
Rysunek 11 podaje rozplanowanie zakładu, zaś rys. 12 podaje schemat instalacji. Para o ciśnieniu 35 *ata* rozpręża się w 3 czołowych turbinach do 13 *atn*. Część pary o ciśnieniu 13 *atn* rozpręża się w turbinach nisko-prężnych, powstała zaś para ładuje się do akumulatorów Ruths'a. Jak widać ze schematu włączenie akumulatorów do sieci pozwala na pokrycie szczytowych obciążeń nietylko siłowni, lecz również ogrzewania miasta. Oprócz tego ruch kotłów jest równomierniejszy, zmniejsza się dymienie i koszta wytwarzania pary.



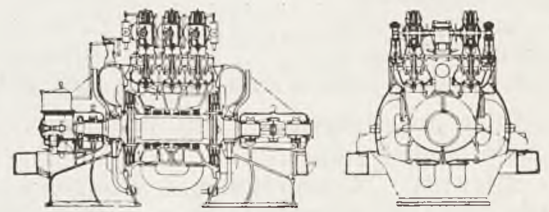
Rys. 13

Ciśnienie ładowania wynosi 13 *atn*, najniższe ciśnienie wyładowania 0,5 *atn*; ogólna ilość pary jaką mogą dać zasobniki wynosi 610 *t.*, co odpowiada 67.000 *kWh*. Zasobników jest 16; ilość wody naładowanego zasobnika wynosi 90—92% całkowitej objętości. Ze względu na oszczędność miejsca wybrano budowę pionową. Rys 13 podaje przekrój zasobników, rys. 14 — wygląd zasobników.

Parę nagromadzoną w zasobnikach zużytkowują 2 specjalne turbiny Ruths'a (rys. 15)



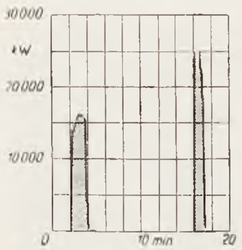
Rys. 14



Rys. 15

budowy firmy Siemens Schuckert. Moc turbin wynosi 20,000 — 25,000 *kW*. Pracują one w obszarze 13 — 0,5 atn ciśnienia, zużywając średnio 9,1 *kg/kWh*, i zbudowane są w jed-

nej osłonie o dwuch kierunkach przepływu pary. Dwa komplety dodatkowych wentyli dano w celu powiększenia zdolności przełyku turbin; oprócz tego widoczne są na rys. 15 małe wentyle umieszczone z boku, służące jako wentyle odciążające. Turbiny te pokrywają obciążenia szczytowe; w pozostałym czasie służą jako rezerwy przejściowe, a generatory ich pracują jako wyrównywacze faz.



Rys. 16

Rys. 16 podaje czas potrzebny na obciążenie turbiny; wynosi on zaledwie około 30 sekund.

Skład obecny siłowni Charlottenburg jest następujący:

KOTŁOWNIA.

Liczba i typ kotłów	Pow. ogrz. kotła m^2	Stan pary		Wydajność kotła		Rodzaj paleniska
		atn.	°C	norm. *t*/godz.	max.	
5 sekcyjnych morskich	450	13 [1])	350	9	11	Ruszt posuwowy
12 sekcyjnych morskich	700	35	425	21	26	

MASZYNOWNIA.

Nr.	Turboagregat		Turbina				Generator	
	Liczba	Moc *kW*	stan pary *atn*	stan pary °C	p_0 *ata*	*n*/min	*V*	*kVA*
1	1	6,000	13	325	kond.	1,500	6,000	6,250
2	2	17,000	13	325	„	1,500	6,000	23,000
3	1	5,500	32	425	14	3,000	6,000	5,640
4	2	7,000	32	400	14	3,000	6,000	8,600
5	2	25,000	nasycona 13—0,5		kond.	3,000	6,000	25,000

Zasobniki Ruths'a.

Ilość . . . , ...	16
Średnica	4,5 *m*
Ogólna wysokość	21,05 *m*
Maximum ciśnienia	13,00 *atn*
Minimum ciśnienia	0,50 *atn*
Pojemność przy pełnem naładowaniu	4,200 *kWh*

Opis pozostałych siłowni pomijamy, jako mniej ciekawych.

Siłownia Rummelsburg, Klingenberg, Charlottenburg i Steglitz oddają ciepło odlotowe dla celów ogrzewniczych a zwłaszcza dwie ostatnie siłownie dla celów ogrzewania miasta. W Charlottenburgu pobiera się w tym celu parę o ciśnieniu 2 *atn*; przewód ma długości 4,2 *km*; w roku 1929 dostarczono dla celów ogrzewania 87,000 *t.* pary.

Steglitz używa dla celów ogrzewania miasta wody gorącej; w zamknięty obieg wody są włączone kondensatory turbin, które podgrzewają wodę. Pompy przetłaczają tak podgrzaną wodę przez przewód rozdzielczy 3,9 *km* długości i tłoczą wodę z powrotem do kondensatora.


Rys. 17

W 1929 r. ilość pary użyta dla celów dostarczania ciepła wynosiła 90,000 *t.*

Oprócz tego Steglitz wytwarza dziennie 200 *t* sztucznego lodu z kondensatu.

Klingenberg zaś zużywa ciepło pary pobieranej z turbin dla celów ogrzewania cieplarni o powierzchni 10.000 m^2. Do cieplarni doprowadza się wodę ciepłą podgrzaną parą pobraną. Cieplarnie dostarczają 2 razy do roku ogórków i pomidorów. Widok cieplarni podaje rys. 17.

[1]) Kotły 13 *atn* służą jako rezerwa.

Przytoczymy tu dane co do wielkości sieci Bewagu.

Ogólna sieć Bewagu w chwili obecnej wynosi: 938 *km* kabla 30 *kV*, 4.400 *km* kabla 6 i 3 *kV*, 3,500 *km* sieci prądu zmiennego niskiego napięcia i 6.000 *km* kabla prądu stałego i kabla dla kolei. Istnieje 19 transformatorowni 30/6 *kV*., mogących transformować 700.000 *kVA*. Dla transformacji 6 *kV*. na 380/250 Volt istnieje około 3.000 podstacyjek sieci.

Przetwarzanie prądu zmiennego na prąd stały odbywa się w 36 stacjach o ogólnej mocy 252.582 *kW*.

Sieć ta powstała w przeciągu czasu 1883—1930 r.

Inż. H. GÓRECKI.

ODBIÓR BEZSPRĘŻARKOWEGO SILNIKA DIESLA 240 KM_e

Niżej podane wyniki badań odbiorczych odnoszą się do silnika, którego charakterystyka jest następującą:

Typ . . . .:	bezsprężarkowy czterotaktowy silnik Diesla systemu Körtinga.
Rok budowy . . . .:	1930.
Ilość i układ cylindrów:	cztery pionowe
Moc normalma . . .:	240 *KMe.*
Obroty normalne . .:	300 *obr./min.*
Średnica cylindra . .:	325 *mm,*
Skok tłoka . . . .:	420 *mm,*
Obciążenie silnika . .:	bezpośrednio sprzężony z generatorem prądu trójfazowego 215 *kVA*, 3150 *V*, 50 *okr./sek*, 300 *obr./min.*,

Dostawca dał następujące gwarancje dla silnika:

A) Normalna moc silnika ma wynosić 240 *KMe*, a maks. chwilowa 264 *KMe*

B) Zużycie oleju gazowego o wartości opałowej dolnej 10.000 *Kal/kg* ma wynosić.

a) dla obciążenia na sprzęgle . . . . 240 *KMe* . 180 *g/KMhe*

b) dla obciążenia na sprzęgle . . . . 180 „ . 195 „

c) dla obciążenia na sprzęgle . . . . 120 „ . 210 „

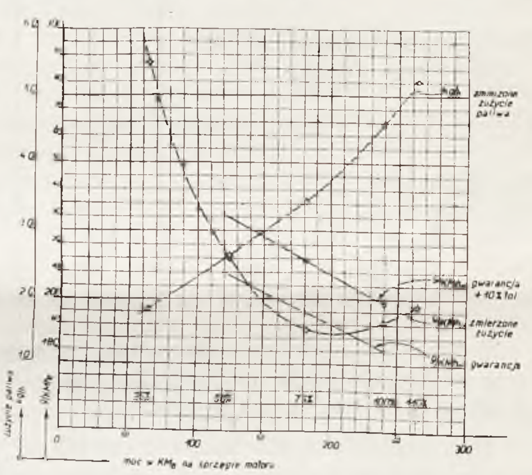
Do powyższego zużycia została zastrzeżona tolerancja w wysokości 10%.

Odbiór gwarancyjny przeprowadził Okręg Lwowski Stow. Doz. Kotłów w Warszawie

według norm polskich $\frac{P-N}{R-301}$, dn. 14.11.1930,

po 1500 godzinach pracy silnika od chwili uruchomienia.

Zamieszczamy dalej główne wyniki przeprowadzonych pomiarów, a mianowicie: 1) wykresy zużycia paliwa przez silnik (rys. 1) 2) zestawienie średnich wyników pomiarowych, 3) wyniki badania regulacji[1]).



Rys. 1
Wykresy zużycia paliwa (oleju gazowego).

Wyniki badania regulacji.

Regulacja silnika pracuje sprawnie. Całkowita niejednostajność ruchu wynosi około 4,5%. Przez oddziaływanie na sprężynę dodatkową regulatora można normalne obroty zmieniać o + 5%.

Opisane badania odbiorcze poza sprawą gwarancji, która została dotrzymana, nasuwają następujące wnioski:

1) Zużycie paliwa oraz smaru cylindrowego przez silnik leży w granicach obecnie uważanych za normalne dla silnika tego typu i wielkości.

---

[1]) Por. tabela str. 56.

Zestawienie średnich wyników pomiarowych.

Czas pomiaru	sek.	2051	1632	1895	1893	1658
Moc na zaciskach generat. (cos $\varphi = 1$, U = 3150 V)	*kW*	38,7	80,9	122,4	162,2	179,0
Sprawność generatora . .	%	0,820	0,893	0.913	0,922	0,923
Moc silnika na sprzęgle .	*KMe*	64,2	123,4	182,3	239,4	264,0
Zużycie oleju gazowego (10.218 *Kal/kg*)	*kg/h*	18,41	26,5	34,2	45,65	52,1
„	*g/KMhe*	287	215	188	191	197
Przybliżona moc indykowana	*KMi*	127	184	234	292	321
Obroty	*obr/min*	300	300	298	298	297
Przybliżona sprawność mechaniczna silnika . . .	%	50,4	67,0	78,0	82,0	82,3
Zużycie smaru cylindrowego	*kg/h*	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Temperatura wody chłodzącej: dopływ	°C	24	24	24	24	24
odpływ	°C	56	57	62	68	74

2) Sposób udzielenia gwarancji przez dostawcę w formie linji prostej dla zużycia paliwa na *KMhe* nie jest racjonalny.

3) Zastrzeżona dla zużycia paliwa tolerancja w wysokości 10% jest wobec dokładności obecnych metod pomiarowo-odbiorczych stanowczo zaduża. Należy tu przytoczyć § 32 polskich norm *P — N/R* — 301, który mówi: „Moc poręczona stała i przejściowa powinna być bezwzględnie dotrzymana, *dla innych poręczonych wielkości tolerancja nie może przekroczyć* 5%". Odbiorca (oczywiście już podczas zawierania umowy z dostawcą) powinien, dbając o swój własny interes, nie godzić się na tolerancję wyższą niż 5%.

Inż. W. SCHRAMME

POKRYWANIE OBCIĄŻEŃ SZCZYTOWYCH W CENTRALACH ELEKTRYCZNYCH

W Nr. 1 miesięcznika *Brown Boveri Mitteilungen* ze stycznia 1931 roku w artykule „Konstrukcje fabryki budowy turbin B.B.C." wypowiedziane jest zdanie, że zasobniki Ruthsa nie są korzystne dla centrali elektrycznych.

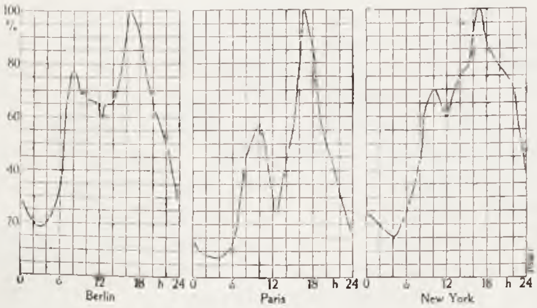
Ponieważ temat powyższy interesuje szerszy ogół techników, przeto podajemy artykuł ten w streszczeniu, pragnąc wywołać w „*Technice Cieplnej*" szerszą dyskusję na ten temat.

Bardzo ważnym problemem gospodarki parowej w centralach elektrycznych jest sprawa pokrywania obciążeń szczytowych, jakie co wieczór powstają w wielkich siłowniach miejskich. Przedstawione poniżej krzywe ilustrują obciążenia w czasie doby w elektrowniach miejskich w Berlinie, Paryżu i Nowym Yorku (rys. 1).

Poza podstawowem obciążeniem elektrowni, które w miesiącach zimowych trwa od 12 do 14 godzin na dobę, powstają obciążenia szczytowe ranne podczas najkrótszych dni zimowych, trwające około dwuch godzin i wynoszące 15 do 20% obciążenia podstawowego, oraz obciążenia szczytowe wieczorne, trwające około pięciu godzin i dochodzące do 50% obciążenia podstawowego.

We wszystkich tych wypadkach obciążenie elektrowni podczas nocy stanowi zaledwie mały ułamek podstawowego całodziennego obciążenia. Powstaje więc pytanie, w jaki sposób należy opanowywać powyższe wahania obciążenia.

Przeważnie w większych elektrowniach miejskich zatrzymywane są podczas przerwy nocnej zbyteczne silniki i kotły oraz w dniu następnym uruchamiane nanowo w miarę wzrostu obciążenia.



Rys. 1
Krzywe obciążenia dobowego w miesiącu grudniu w elektrowniach w Berlinie, Paryżu i New-Yorku.

Wychodząc z zasady bezpieczeństwa i niezawodności ruchu, elektrownie zmuszone są uruchamiać więcej silników aby, w razie wypadku z jednym z nich, pozostałe przez wyzyskanie ich przeciążenia, mogły dopóty pokrywać zapotrzebowanie prądu, dopóki nieczynny silnik zapasowy nie zostanie uruchomiony.

Bezpieczeństwo ruchu oraz ekonomja wymagają, aby uruchomienie silników po dowolnie długim postoju mogło być uskutecznione w ciągu kilku minut bez szkodliwego dla silników drgania.

Tutaj można dodać, że turbiny firmy Brown Boveri zbudowane są specjalnie dla tego celu i mogą bez dłuższego ogrzewania być uruchamiane bez obawy szkodliwych drgań.

Będące w ruchu silniki powinny podczas dnia być tak obciążone, żeby pracowały przy najlepszej sprawności. Podczas krótkich i nieznacznych południowych wahań obciążenia silniki te pracują przy mniejszej liczbie czynnych, lecz zupełnie otwartych dysz i przy wyzyskaniu ciśnienia pary dolotowej, to znaczy pracują z możliwie najlepszą sprawnością.

Dla pokrywania obciążeń szczytowych przeważnie wieczornych, muszą przy obecnym sposobie prowadzenia ruchu być włączane zapasowe silniki i kotły i po krótkim przeciągu czasu znów wyłączane z ruchu.

Z powyższego jest widocznem, że te silniki wskutek ich krótkotrwałego ruchu powodują wysokie koszty inwestycyjne i zużywają stosunkowo dużo opału.

Dla pokrywania obciążeń szczytowych proponuje się już od dłuższego czasu, od niedawna zaś coraz częściej budowę siłowni z zasobnikami pary i ze specjalnemi turbinami do wyzyskania pary tych zasobników.

W takiej siłowni para robocza dostarczana jest do turbin ostatnio wymienionych z zasobników pary, które następnie podczas niskiego obciążenia sieci muszą być ładowane parą z kotłów siłowni.

Turbiny te są uruchamiane zapomocą stale spadającego ciśnienia pary opróżniających się zasobników i wymagają skomplikowanego stawidła z dużemi organami sterowniczemi. Te silniki są duże, drogie i pracują nieekonomicznie. Pozostałe instalacje w elektrowni z zasobnikami pary są takie same jak i w zwykłych elektrowniach.

Firma Brown Boveri śledziła rozwój akumulowania pary od wielu lat, znacznie wcześniej, nim ono się stało przedmiotem mody. Na podstawie studjów z przeszłości, a szczególnie dziś, kiedy w budowie kotłów zrobiono znaczne postępy, firma Brown Boveri doszła do jednomyślnego wniosku, że krycie szczytów wielkich miejskich centrali zapomocą zasobników pary i zasilanych przez nie turbin jest niewłaściwe z punktu widzenia gospodarczego i techniczno-ruchowego i, że obciążenia szczytowe najlepiej przezwyciężać przez zastosowanie możliwie najwięcej przeciążalnych, a pozatem normalnych kotłów i turbin.

Od tej reguły mogą być rzadkie odstępstwa dotyczące starych miejskich centrali, które są położone w śródmieściu, gdzie nowe siłownie parowe wraz z ich paleniskami są niepożądane.

Przytem trzeba i to uwzględnić że, przez dobudowanie zasobników pary do starej siłowni, ta ostatnia pracuje dłużej i intensywniej i wskutek tego staje się uciążliwszą dla śródmieścia.

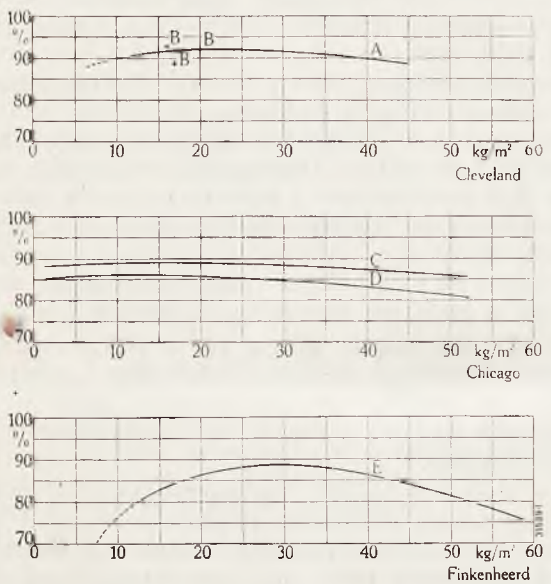
Urządzenie zasobników pary może być też czasem stosowane z powodzeniem w pewnych siłowniach przemysłowych z silnie wahającem się zapotrzebowaniem pary do ogrzewania i w związku ze staremi nieelastycznemi kotłami. Lecz i tu badania firmy Brown-Boveri wykazały, że w większości wypadków nowoczesny kocioł z paleniskiem dostosowanem do miejscowych warunków i prowadzonem samoczynnie wystarcza w zupełności do takiego celu, stosowanie zaś zasobnika pary powoduje duże zawikłania i niekiedy zmniejszenie ekonomji zakładu.

Poniżej będą wyłuszczone przyczyny, dla których firma Brown Boveri nie mogła się zdecydować podjąć budowy urządzeń z zasobnikami pary i dlaczego uważa za prawidłowe rozwiązanie pokrywania szczytów zapomocą budowy siłowni z przeciążalnemi kotłami i turbinami.

Współczesny kocioł o wysokiej wydajności z dużemi powierzchniami promieniowania i podgrzewaczem powietrza pracuje w sze-

rokich granicach wydajności z mało tylko zmieniającą się sprawnością.

Na rys. 2 przedstawione są krzywe sprawności dwuch kotłów amerykańskich i jednego niemieckiego kotła opalanego węglem brunatnym. Krzywe te od $^1/_4$ obciążenia normalnego aż do przeciążenia różnią się o niewielki procent od najwyższej sprawności dla tego rodzaju kotłów. Jeden z tych kotłów będzie pędzony przy obciążeniu zaledwie 30 kg/m^2 powierzchni ogrzewalnej na godzinę, mając na widoku jego ekonomję i ochronę obmurza od przepalenia. Kocioł ten podczas obciążenia szczytowego bez widocznej straty sprawności będzie mógł być prowadzony w granicach od półtorakrotnej do dwukrotnej wydajności.



Rys. 2

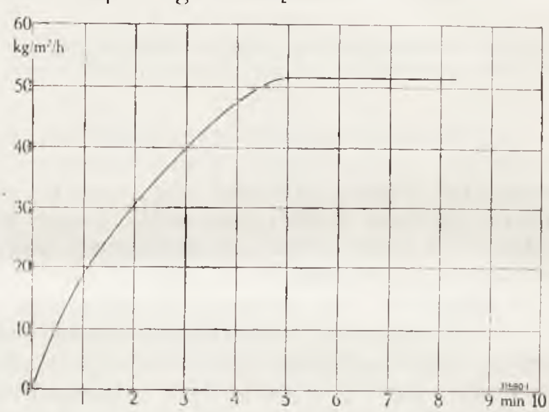
Krzywe sprawności nowych wielkich kotłów parowych.
A = Lake Shore Station, Cleveland, kocioł Babcock & Willcox dla maximalnej ilości pary 115 t/h, 18 kg/cm², 370°C.
B = Badania przeprowadzone w ciągu 26 godzin bez przerwy, w tem 5 — 10 godzin przy postoju kotła.
C = Calumet Station, kocioł Stirlinga dla maximalnej ilości pary 130 t/h, 23 kg/cm², 390°C., sprawność obliczona bez uwzględnienia maszyn pomocniczych do kotłów.
D = To samo łącznie z uwzględnieniem maszyn pomocniczych przy kotłach, wentylatorów, urządzeń do przygotowania węgla, oraz urządzeń transportowych.
E = Wielka siłownia Finkenheerd, kocioł Steinmüllera dla maximalnej ilości pary 83 t/h, 40 kg/cm², 450° C.

Na tym samym wykresie oznaczone są punkty pomiarowe *B* które wskazują, że przy postoju kotła w przeciągu pięciu do dziesięciu godzin podczas badania jego, przeprowadzonego w ciągu 26 godzin bez przerwy, sprawność praktycznie nie zmniejsza się.

Przeprowadzone przy różnych badaniach pomiary zgodnie wykazują, że ciśnienie pary w współczesnym kotle z paleniskiem poddmuchowem przy dobrem odcięciu doprowadzanego powietrza podczas 24 godzinnego postoju nie spada i że w tym wypadku spala się żarzącego się na ruszcie węgla tylko 0,5 — 1,5 kg/m^2 powierzchni ogrzewalnej kotła w przeciągu 24 godzin.

Na podstawie powyższego upadają opowiadania o wielkich stratach w kotle pracującym przy wahającem się obciążeniu i nie ma sensu budować zasobniki pary w celu wyrównania wahających się obciążeń kotłów i polepszenia ich sprawności.

Jednakowe wiadomości z najróżnorodniejszych siłowni, jak również na rys. 3 podana krzywa czasu uruchomienia pewnego kotła amerykańskiego z rusztem Riley-Stoker, wskazują najlepiej, że przy zastosowaniu współczesnego paleniska kocioł o wysokiej sprawności z komorą paleniskową ochładzaną wodą może być doprowadzony od biegu jałowego przy przytłumionem ognisku i zamkniętem doprowadzaniu powietrza w kilka minut do pełnego obciążenia.



Rys. 3

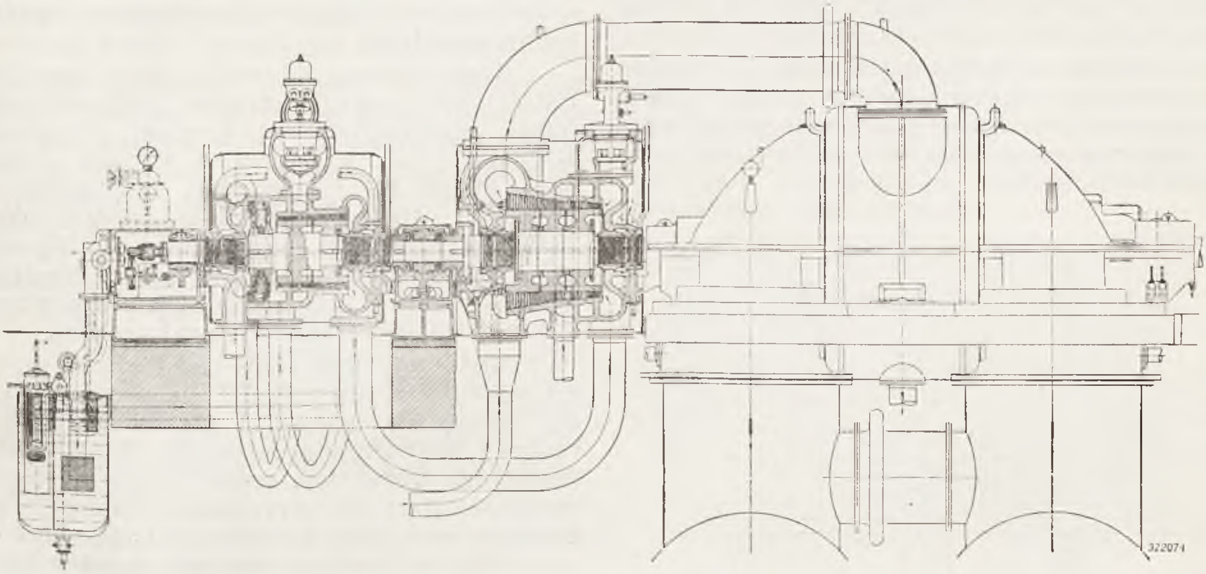
Czas uruchomienia pewnego kotła amerykańskiego z rusztem Riley-Stoker. Dostarczanie pary poczynając od biegu jałowego, przy przytłumionem ognisku i zamkniętem doprowadzaniu powietrza, aż do pełnego obciążenia

Powyższe uwagi stosują się jeszcze więcej do palenisk opalanych pyłem węglowym lub ropą, które odpowiadają wszystkim wymaganiom dla silnie i szybko przeciążalnych kotłów do pokrywania szczytów. O tych właściwościach kotłów wspominają Rosin, Rammler, Stimmel w artykule „Elastyczność kotłów do spalania węgla brunatnego". Archiv für Wärmewirtschaft, grudzień 1930, gdzie pewien kocioł o pow. ogrzewalnej 1663 m^2 w przeciągu 1,7 minuty przejął obciążenie 113 t/h i drugi kocioł o pow. ogrzewalnej 2241 m^2 w dwie minuty osiągnął 102 t/h pary.

Firma Brown Boveri zbudowała dla przejmowania obciążeń szczytowych w wielkihc siłowniach miejskich specjalną turbinę. Przy normalnem obciążeniu pracuje ona przy obecnie osiągalnej najlepszej sprawności od 84 — 86%, a przy nieznacznym spadku tej spraw-

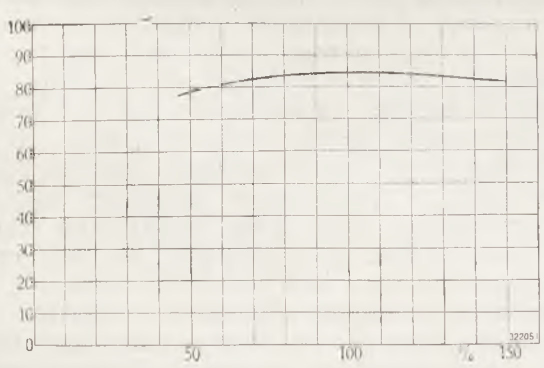
ności może przejmować około 50% obciążeń szczytowych.

Na rys. 4 podana jest w przekroju podobna turbina do pokrywania szczytów, zastrzeżona patentem. Przeciążenia tej pozatem normalnej turbiny osiąga się przez doprowadzenie pary świeżej do jednego z dalszych wieńców łopatek reakcyjnych części wysokoprężnej.



Rys. 4

Turbina szczytowa firmy Brown-Boveri. Turbina jest w stanie wytworzyć moc 16.000 kW przy sprawności około 84% i maximum mocy 24.000 kW przy sprawności około 82%.



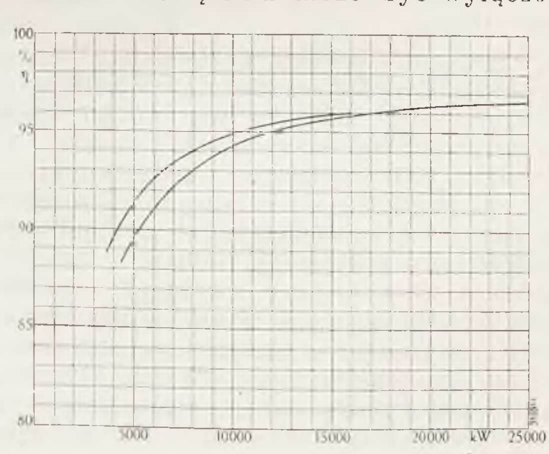
Rys. 5

Sprawność turbiny szczytowej Brown Boveri. Sprawność tej turbiny odniesiona do sprzęgła wynosi ponad 81% przy obciążeniu od 60 do 150%.

Z rys. 5 widzimy, że taka turbina pracuje pomiędzy 60% a 150% jej obciążenia ze sprawnością ponad 81%.

Prądnica złączona z turbiną szczytową musi być przystosowana do długotrwałego obciążenia szczytów, ponieważ w zimie w ciągu kilku godzin musi pracować pod obciążeniem największem. Prądnica ta jak podaje rys. 6 przy 50% normalnego obciążenia ma sprawność zaledwie o 1% gorszą niż mniejsza prądnica.

Skraplacz zaleca się wybierać dla normalnego obciążenia nieco większy, żeby przy przeciążeniu można było otrzymać dobrą próżnię. Oprócz tego należy używać przeciążalnej pompy do wody chłodzącej, która przy normalnem obciążeniu może być wyłączona.



Rys. 6

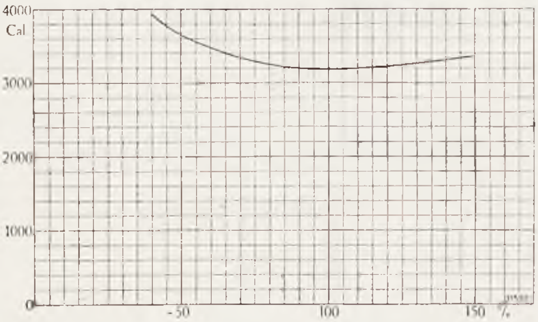
Sprawność generatora należącego do turbiny szczytowej o 16.000/24.000 kW o mocy 30.000 kVA. Oby dwa generatory są jednakowo sprawne przy 20.000 kVA

Zużycie ciepła podobnej siłowni do pokrywania szczytów wraz ze wszystkiemi maszynami pomocniczemi i pompami do zasilania kotłów przedstawiono na rys. 7 w zależności od obciążenia.

Od pełnego obciążenia do 50% przeciążenia zużycie ciepła podnosi się tylko zaledwie o 6%.

W przeciwieństwie do powyższego zużycie ciepła na *kWh* w siłowni z zasobnikami będzie o 50 do 70% wyższe niż zużycie pary we wzorowo urządzonej siłowni przy normalnem obciążeniu, a powodem tego są straty w ciśnieniu przy ładowaniu i rozładowaniu zasobników, niska sprawność turbin zasobnikowych przy stale spadającem ciśnieniu i wskutek dużych strat ciepła w zasobnikach.

Szczytowe kilowaty w siłowni z zasobnikami pary wytwarza się przy bardzo niskiej sprawności, na co możnaby zgodzić się tylko w razie znacznego zmniejszenia kosztów inwestycyjnych.



Rys. 7

Zużycie ciepła siłowni szczytowej zaopatrzonej w wysokoprzeciążalne turbiny i kotły wraz ze wszystkiemi maszynami pomocniczemi i pompami zasilającemi kotły. Zużycie ciepła zwiększa się zaledwie o 6% przy przejściu od normalnego obciążenia do 50% przeciążenia.

To założenie nie odpowiada jednak rzeczywistości.

Siłownia bowiem pokrywająca szczyty zapomocą wysoko przeciążalnych kotłów i turbin wymaga w stosunku do siłowni normalnej na podstawie naszych obliczeń tylko 5 do 7% większych wydatków na zainstalowanie większej prądnicy, dodatkowych zaworów regulujących przy turbinie i wydajniejszych wentylatorów kotłowych.
Ponieważ siłownia przy zwykłych warunkach może być zbudowana w cenie 300 franków szwajcarskich za normalnie wyprodukowany kilowatt, to przy budowie dla 50% długotrwałego przeobciążenia szczytowego jeden wyprodukowany kilowatt będzie kosztował 320 fr. szwajcarskich.

Cena wybudowania siłowni szczytowej przy średniem ciśnieniu i przy wysoko przeciążalnych kotłach i turbinach wynosi w odniesieniu do długotrwale dostarczanego i w każdym czasie gotowego do uruchomienia kilowata szczytowego tylko 210 franków szwajcarskich, natomiast siłownia z zasobnikami pary podług opublikowanych obliczeń kosztów budowy powinna być droższa o 10 do 20%, przyczem ma dużą niedogodność, że może oddawać swoją energję tylko przez krótki przeciąg czasu, naprzykład w ciągu dwuch godzin i dopiero po uprzednim wielogodzinnym okresie ładowania.

Jeszcze wyraźniej uwydatniają się większe koszty siłowni z zasobnikami pary w stosunku do siłowni zbudowanej z przeciążeniem w tym wypadku, jeżeli rozpatruje się koszty wzniesienia całej żądanej grupy siłowni dla dostarczenia obciążenia zasadniczego i pokrywania szczytów.

Koszt budowy siłowni o mocy naprzykł. 100.000 *kW* z uwzględnieniem zdolności ładowania zasobników w/g krzywej obciążenia, składającej się z normalnej siłowni o mocy 80 — 90.000 *kW* i urządzenia zasobników od 20.000 do 10 000 *kW* wyniesie ogółem około 29.000.000 franków szwajcarskich. Siłownia zaś o takiej samej mocy z wysoko przeciążalnemi kotłami i turbinami będzie kosztować tylko 21 000.000 franków szwajcarskich.

Mimo wysokiej ceny i niskiej sprawności ma siłownia z zasobnikami pary jeszcze i tę złą stronę, że zasobniki nie tworzą żadnej rezerwy dla kotłów normalnych. W razie przymusowego wyłączenia części kotłów czynnych zabraknie pary dla wytwarzania mocy do pokrywania szczytów, lub ładowania zasobników.

Również turbiny zasilane z zasobników pary nie tworzą żadnej pełnowartościowej rezerwy dla turbin normalnych, gdyż można zasilać je tylko dławioną parą przy zmniejszonej temperaturze.

Badania firmy Brown Boveri wykazują dalej, że siłownia parowa z wysoko przeciążalnemi kotłami i turbinami jest lepiej przystosowana jako momentalna rezerwa dla elektrowni miejskich, niż urządzenie z zasobnikami pary. Z charakteru urządzenia z zasobnikami pary, z okresu możliwości jego wyzyskania i z kształtu wykresu szczytowego obciążenia wynika, że zainstalowana moc takiego urządzenia będzie wynosić około 10 do 15% najwyższej mocy dobowej. Ta moc przeznaczona do pokrywania szczytów jest do rozporządzenia sieci tylko wtedy jako rezerwa momentalna, gdy zasobniki są naładowane. Niewłaściwem jest jednak twierdzenie, że urządzenie zasobników parowych używać się powinno nietylko do pokrywania szczytów, lecz i jako chwilową rezerwę. Właśnie podczas pokrywania szczytów, to znaczy w czasie, w którym najprędzej można oczekiwać przeszkód, oraz podczas okresu ładowania nie może urządzenie z zasobnikami być wyzyskane jako chwilowa rezerwa, lub tylko w ograniczonym stopniu, więc i tutaj, w razie jakichkolwiek przeszkód, znajdujące się w ruchu kotły i maszyny muszą przejmować natychmiast spadającą moc.

W przeciwstawieniu do tego siłownia, która pokrywa szczyty zapomocą nowoczesnych przeciążalnych kotłów oraz maszyn i która całą dobę pracuje jak poprzednio zaznaczano przy najlepszej sprawności przy

dwóch trzecich najwyższej osiągalnej mocy, jest w każdej chwili gotowa do przejęcia każdorazowo wymaganej mocy.

Podobnie przeciążalne siłownie szczytowe nie mają w czasie ruchu normalnego specjalnych strat, natomiast urządzenie zasobnikowe, służące stale jako chwilowa rezerwa, zużywa 4% największej mocy na straty biegu jałowego turbin i urządzenia kondensacyjnego.

Na podstawie powyżej wyłuszczonych bardzo ważnych przyczyn firma Brown Boveri stoi na stanowisku, że pokrywanie szczytów w siłowniach parowych, oraz gotowość uruchomienia chwilowych rezerw podczas przerw w ruchu oddzielnych grup, powinny się odbywać zapomocą wysoko przeciążalnych kotłów i turbin, a nie przy pomocy zasobników i turbin zasobnikowych.

Niewątpliwie prawidłowiej jest nabyć za pieniądze będące do rozporządzenia nowoczesne kotły i maszyny do podstawowego obciążenia, a stare istniejące urządzenia, o ile to jest potrzebne, wyzyskiwać do obciążenia szczytów.

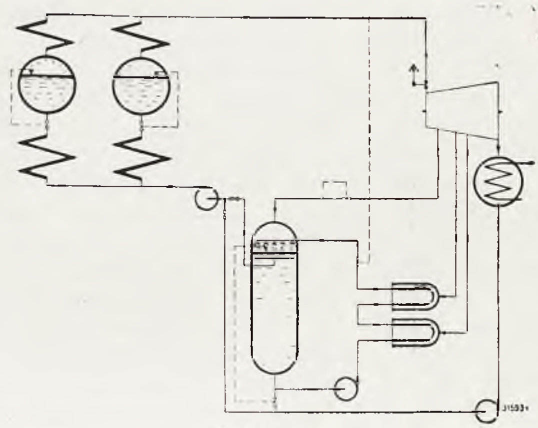
W tym wypadku mógłby być zastosowany jako środek nadający się do zwiększenia wydajności szczytów zwykłej siłowni tak zwany zasobnik wody zasilającej, zainstalowany przez koncern Brown Boveri w siłowni A. G. Heidelberg.

W przeciwstawieniu do dotychczas rozpatrywanych zasobników akumuluje się nie para robocza, lecz woda gorąca zasilająca kotły, która w czasie słabego obciążenia kotła była podgrzewana do 180 — 200°C parą pobieraną z turbin.

Ładowanie zasobnika wody zasilającej odbywa się w ten sposób, że w podgrzewaczach zapomocą pary pobieranej z turbiny podgrzewane są nie tylko skropliny wychodzące ze skraplacza, lecz i zimna woda w zasobniku, która jest pobierana z dolnej, zimnej części zasobnika i po podgrzaniu zbiera się w jego górnej części.

Podczas obciążenia szczytowego pobiera się z górnej części zasobnika dużą ilość ciepłej wody zasilającej, a równocześnie zatrzymuje się podgrzewanie skroplin i wody obiegowej. Wskutek tego powiększa się zużycie pary i wydajność kotła przy określonej mocy turbiny w czasie małego jej obciążenia w stosunku do pracy bez użycia zasobników, a w czasie pokrywania szczytów zmniejsza się zużycie pary przez wyłączenie podgrzewania parą pobieraną. Przy jednakowem zużyciu pary moc turbiny może być zwiększona o 10 do 15% w zależności od wielkości urządzenia do podgrzewania przez przerwanie podgrzewania wody, przez co osiąga się większą moc na pokrycie szczytów obciążenia i większą chwilową rezerwę.

Na rys. 8 widzimy schemat siłowni z zasobnikiem wody gorącej, z którego wynika, że zawór leżący w przewodzie obiegowym zasobnika wody przy spadającem ciśnieniu pary jest przymknięty i skutkiem tego podgrzewanie zmniejsza się. W podobnem urządzeniu zaopatrzonem w zasobnik wody zasilającej kotły i turbiny mogą być zupełnie normalne, lub wysoko przeciążalne w wyżej opisanem zrozumieniu, tak że wszystkie przytoczone zalety czystej siłowni w stosunku do urządzenia zasobników pary nie zmniejszają się. Lecz i ten zasobnik wody gorącej nie jest tani i można w nim zakumulować tylko ograniczoną ilość energji.



Rys. 8

Schemat siłowni parowej z zasobnikiem wody zasilającej według systemu siłowni A. G. Heidelberg.

Jego zdolność akumulowania przy danej zawartości wody jest bodaj wielokrotnie większa, niż takiego samego zasobnika pary, tak że jego cena jest odpowiednio tańsza.

W każdym poszczególnym wypadku trzeba zbadać, czy zasobnik wody gorącej jest właściwy ekonomicznie, czy też nie, pod względem stosunku obciążenia i istniejących urządzeń.

Brown Boveri w roku zeszłym rozwiązał zagadnienie ruchu, które dopuszcza natychmiastowe i bezpieczne uruchomienie dużych turbin parowych bez uprzedniego specjalnego podgrzewania i wskutek tego jest interesujące w związku z poprzedniemi rozważaniami.

Według tego systemu, poruszonego przez Erika Browna na Światowej Konferencji w Berlinie w 1930 roku, turbina parowa utrzymywana jest przez gorące powietrze, które przepływa naokoło lub przez turbinę w obiegu kołowym, przy pewnej temperaturze, która leży ponad temperaturą nasycenia pary wlotowej, tak że przy uruchamianiu turbiny nie mogą powstać ani skraplanie pary, ani nadmierna różnica temperatury i szkodliwe naprężenia. Skutkiem tego można uruchomić największą turbinę w przeciągu zaledwie jed-

nej minuty, oraz bez obawy zatrzymać ją przejściowo. Gorące powietrze doprowadzane jest zapomocą wentylatora przez przegrzewacz powietrza ogrzewany parą lub elektrycznością od spodu izolowanego pokrycia naokoło turbiny i w stanie ochłodzonem napowrót wyciągane zapomocą wentylatora.

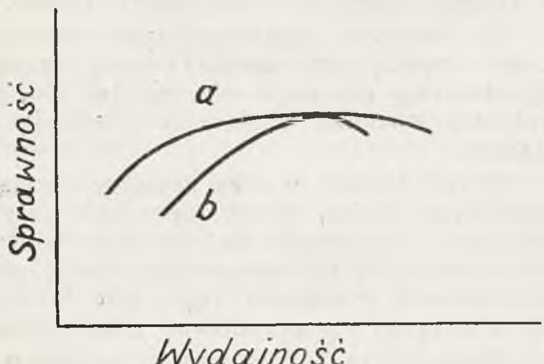
To rozwiązanie zwiększa swobodę rozporządzania jednostkami silnikowemi centrali i daje możność uruchamiania silników rezerwowych w tak wielkiej mierze, że według B. B. C. będzie ono stosowane w przyszłości często wielkich siłowniach.

Inż. RUDOLF MADEJ.

PROWADZENIE RUCHU KOTŁOWNI

Zadaniem każdego urządzenia kotłowego jest wytwarzanie pary, służącej czy to dla uzyskania pracy mechanicznej, czy dla celów ogrzewniczo fabrykacyjnych, względnie w ra chubę wchodzi i jedno i drugie. Urządzenie kotłowe powinno czynić zadość stawianym mu wymaganiom, do których przedewszystkiem zaliczyć należy niezawodność ruchu i możliwie wysoką sprawność urządzenia. Streszcza się to w dążeniu, by koszty związane z wytworzeniem 1 *t* pary były jaknajmniejsze. Koszty te z jednej strony związane są z kosztami zakładowemi, z drugiej strony zależne są od obciążenia i ruchu, czyli od spółczynnika wyzyskania jakości instalacji, oraz od ceny paliwa. W tym ostatnim wypadku dużą rolę odgrywa wydajność i sprawność urządzenia, na które decydujący ma wpływ konstrukcja i budowa urządzenia, oraz czynnik czysto ruchowy — prowadzenie ruchu kotła.

Każde urządzenie kotłowe ma swoją optimalną krzywą sprawności w zależności od obciążenia (wydajności), którą można wykre



Rys. 1

ślić na podstawie pomiarów przy racjonalnem spalaniu paliwa dla pewnych stałych założeń, jak np. jakość i gatunek paliwa. Kształt i przebieg tej krzywej sprawności zależne są od danego urządzenia kotłowego. Im bardziej płaski ma przebieg krzywa sprawności, tem jest to korzystniejsze dla warunków ruchu, gdyż wówczas zmiana obciążenia, nawet w dosyć szerokich granicach, tylko w niedużym stopniu wpływa na zmianę sprawności (rys 1 krzywa — a). Gdy ta krzywa jest bardziej stroma i załamana (rys. 1 — krzywa b), wówczas już nieznaczne odchylenia od optimalnego obciążenia powodują większe zmiany w sprawności. To przemawia za tem, że znajomość krzywej sprawności jest i cenna i pożądana. Trudności związane z jej określeniem i sprawdzeniem są jednak w urządzeniach kotłowych znacznie większe, aniżeli w innych wypadkach, np. w silnikach. Te trudności, jak również pewne do niedawna zaniedbanie i zarazem niedocenianie sprawności w urządzeniach kotłowych spowodowały, że do ostatnich czasów utarł się zwyczaj podawania sprawności jedynie dla jednego ściśle określonego obciążenia, a tylko w bardzo nielicznych wypadkach dla dwóch obciążeń. Sam przebieg krzywej sprawności nie jest wogóle podawany i zarazem nie jest znany. Dlatego też byłoby wskazanem, aby dla nowych instalacyj kotłowych, zwłaszcza dla większych jednostek, gwarancje odnośnie sprawności wymagane były w postaci krzywej, określającej sprawność dla różnych obciążeń. Tak ujęta sprawność najlepiejby charakteryzowała właściwości danego urządzenia kotłowego.

Optimalną krzywą sprawności otrzymamy pod założeniem możliwie racjonalnego spalania paliwa w danych warunkach. Do takiego umiejętnego prowadzenia ruchu niezbędna jest znajomość charakterystyki kotła, pod którą należy rozumieć wzajemne zależności jakie zachodzą dla danego kotła i obciążeń między grubością warstwy paliwa, szybkością rusztów (przy rusztach mechanicznych), rodzajem paliwa, a ciągiem, dla których otrzymane sprawności są najkorzystniejsze. Ze zmianą obciążenia i jakości paliwa zmieniają się te zależności. Wykresowe ujęcie takiej charakterystyki, choćby dla pewnych zasadniczych założeń, byłoby i trudne i kosztowne, gdyż prawie każde urządzenie kotłowe trzebaby ujmować oddzielnie, to też takich charakterystyk kotły nie posiadają. I w tem tkwi zasadnicza trudność dobrego palenia. Przy

zmiennych obciążeniach trudności te rosną. Znajomość wspomnianych wartości dla prowadzenia ruchu kotła wymaga potrzebnej aparatury. Bez urządzeń pomiarowych ruch kotła prowadzi się „na ślepo“, na wyczucie. Palacz kieruje się tem tylko, aby mu się „para trzymała“, a przy rusztach mechanicznych zwraca jeszcze na to uwagę, aby węgiel przed skrobaczami był już spalony. W takich warunkach trudno mówić o racjonalnem spalaniu paliwa. Dobrze działająca aparatura pomiarowa w każdym razie ułatwia obsługę, a w rękach odpowiednich umożliwia umiejętne prowadzenie ruchu. To też ważną jest rzeczą, ażeby urządzenia pomiarowe wskazywały prawidłowo, gdyż źle działająca aparatura pociąga za sobą złe prowadzenie ruchu kotła. Dlatego też koniecznem jest perjodyczne badanie i sprawdzanie urządzeń pomiarowych. W tym kierunku niestety popełnia się wiele błędów i wykazuje niezrozumienie istoty rzeczy.

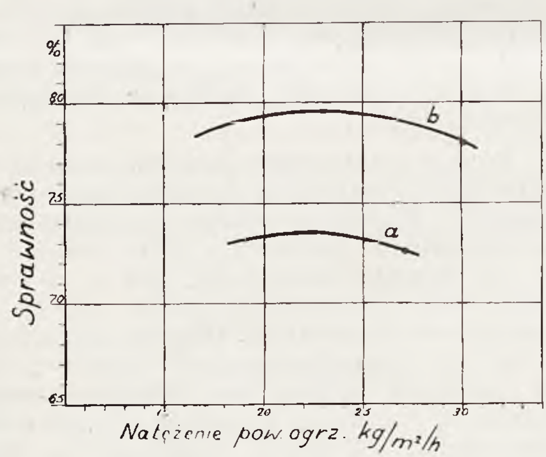
Przebieg ruchowej krzywej sprawności i jej odchylenia od krzywej optimalnej zależne są od kilku czynników. Pierwszy z nich, to stan urządzenia kotłowego. Niejednokrotnie spotyka się tu duże zaniedbanie. Chroniczną chorobą jest popękane, nieszczelne obmurze. Wskutek tych nieszczelności przedostaje się do spalin „fałszywe” powietrze, powodując mniejsze lub większe straty, zależne od stopnia nieszczelności. Również stan zanieczyszczeń powierzchni ogrzewalnej ma wpływ na sprawność i wydajność kotła, oraz na bezpieczeństwo i pewność ruchu. To też terminy czyszczenia kotła z kamienia kotłowego, oraz z popiołu i sadzy, należy określić mając na uwadze jakość wody zasilającej, oraz w pewnej mierze także i gatunek paliwa. Można tu przytoczyć przykład dużego zaniedbania. W pewnej instalacji kotły wodnorurkowe, pracujące w ruchu 24 godzinnym, opalane miałem węglowym, zasilane złą wodą, pracowały bez czyszczenia cały rok. Ponieważ ze względu na złą wodę i silne tworzenie się kamienia opłomki, szczególnie pierwsze rzędy, prawie zupełnie zarastały kamieniem, więc już z konieczności przewiercano pierwsze rzędy opłomek, usuwając z grubsza kamień i w takim stanie pracowano dalej. Przy czyszczeniu okazało się, że nawet w mniej natężonej powierzchni ogrzewalnej walczaka grubość kamienia dochodziła do 30 *mm*. Nic dziwnego, że zdarzały się wypadki pękania opłomek, powodujące konieczność zatrzymywania kotła. Może jest to wypadek odosobniony, jednak wskazuje on na to, że praca kotłów może się odbywać w najgorszych warunkach. Obok strat z powodu przerw w ruchu, zależnie od stopnia zanieczyszczenia powierzchni ogrzewalnej zmniejsza się spółczynnik przechodzenia ciepła ze spalin do wody (wzgl. pary), pociągając za sobą zmniejszenie wydajności i sprawności kotła. Dalsze straty, to uszkodzenia kotła i związane z tem naprawy.

Dużą także rolę na przebieg krzywej sprawności gra bezpośrednia obsługa kotła. Zadanie obsługi jest nietylko ciężkie, odpowiedzialne, ale i trudne, o ile ma być mowa o dobrem spalaniu. Do dobrego zaś spalania — jak już nadmieniono — konieczny jest odpowiedni dobór związanych z ruchem kotła ciągów, w zależności od innych czynników. Temu zadaniu mógłby podołać palacz, który jest dobrze obeznany z procesami spalania, oraz z tem wszystkiem, co ma wpływ na dobroć spalania, aby praktycznie prowadzić ruch oparty na zrozumieniu rzeczy. Naogół daje się jednak zauważyć, że obsługa przeważnie nie stoi na wysokości zadania. Niejednokrotnie nie potrafi wyzyskać przyrządów pomiarowych, a często mało się niemi interesuje. Nic też dziwnego, że obsługa nie umie się posługiwać we właściwy sposób powierzonemi jej urządzeniami. W kierunku ulepszania urządzeń kotłowych, naogół biorąc, dużo się robi, starając się mniej więcej nadążać za postępem w tej dziedzinie. Dopóki jednak sprawność jest zależna od obsługi, to chcąc tę sprawność podnieść należy usprawniać tak urządzenia, jak i prowadzenie ruchu. Należy brać pod uwagę, że w rękach obsługi kotła jest dosyć szeroka skala strat—zysków, gdyż zależnie od tego w jakich rękach się znajduje, czyli w jaki sposób będzie obsługiwane urządzenie kotłowe, można zwiększyć, względnie zmniejszyć sprawność kotła.

Pomiar gwarancyjny stwarza warunki odpowiednie do osiągnięcia wyników najkorzystniejszych. Ponieważ wchodzi tu w grę sprawa dotrzymania gwarancyj, które zależne są tak od samego urządzenia, jak i od jego prowadzenia, prowadzenie ruchu należy do przedstawiciela dostawcy. Okazuje się jednak, że w tym wypadku czynnik ruchowy nie jest należycie doceniony, względnie niedoceniane są trudności związane z prowadzeniem ruchu. Najlepiej zilustruje to konkretny przykład: Jedna z firm dla dostarczonego kotła wodnorurkowego, sekcyjnego, z przegrzewaczem pary, podgrzewaczem wody, z rusztem mechanicznym łańcuchowym, wentylatorem ssącym, z nowoczesną komorą ogniową, udzieliła następujących gwarancyj: Dla obciążenia normalnego, określonego natężeniem powierzchni ogrzewalnej w wysokości 22 kg/m^2h, sprawność całego urządzenia kotłowego miała wynosić 76%; dla obciążenia maximalnego, o natężeniu powierzchni ogrzewalnej 27 kg/m^2h sprawność 74%, przy założeniach, że węgiel-miał o wartości opałowej dolnej 5000 *Kal*, będzie zawierał części niepalnych nie więcej niż 10%. Na te zastrzeżenia co do paliwa należy zwrócić uwagę, gdyż definjują one paliwo dwojako, ale w sposób niezupełnie zgodny. Jeśli bowiem ma

być spełniony warunek co do zawartości części niepalnych, to wartość opałowa takiego węgla będzie znacznie większa, aniżeli podana wartość w zastrzeżeniach gwarancyjnych. W danym wypadku analiza wykazała zawartość części niepalnych: woda 9,58% plus popiół 10,88% = 20,46%, wartość opałowa dolna 6132 *Kal*, czyli zachodziła sprzeczność o ileby miałyby być spełnione obydwa warunki. Tą niezgodność i niejasność usunęłoby wyraźne i niedwuznaczne zastrzeżenie pod względem kalorycznym.

Dla obciążenia normalnego przy ruchu prowadzonym przez przedstawiciela dostawcy otrzymano całkowitą sprawność 73,6%. Przy obciążeniu maximalnem ruch przeszedł w inne ręce. Otrzymana przy tem przybliżona sprawność wyniosła około 78%. Ponieważ nie wszystkie gwarantowane wartości zostały przy tym pomiarze dotrzymane, po kilku miesiącach pomiar gwarancyjny powtórzono. Tym razem przy ruchu prowadzonym przez przedstawiciela dostawcy dla obciążenia maximalnego przybliżona całkowita sprawność wynosiła około 72,7%, przy prowadzeniu ruchu jak przy pierwszym pomiarze dla obciążenia maximalnego, całkowitą sprawność otrzymano w wysokości 79,7%. Ilustrując to wykresowo, czyli kreśląc przybliżony kształt krzywej otrzymujemy co następuje (rys. 2). Jak widzimy różnica jest dosyć poważna, bo wynosi około 6%. To przemawia zatem, że czasami oddawaną instalację można przestawić całkiem niesłusznie w gorszem świetle. Wskazuje to zarazem na to, jak ważną jest rzeczą prowadzenie ruchu.



Rys. 2

Krzywa *a* otrzymana przy prowadzeniu ruchu przez przedstawiciela dostawcy, krzywa *b* dla drugiego wypadku.

Ten sam przykład można odnieść do normalnych warunków ruchu, gdyż tu konkretne cyfry mówią o znaczeniu obsługi i dobrego spalania paliwa.

Ale nie tylko sprawność, ale i wydajność kotła jest zależna od obsługi. Znów najlepiej uwydatni to przykład z praktyki. W pewnej elektrowni zainstalowane kotły nie mogły wyprodukować potrzebnej ilości pary, to też była mowa o możliwie szybkiej przebudowie kotłowni, celem zwiększenia jej wydajności. Ażeby ściśle określić jaka jest możliwa wydajność w dotychczasowych warunkach, zostały przeprowadzone pomiary. I okazało się, że w danym wypadku tylko dzięki właściwemu prowadzeniu ruchu możliwem było zwiększenie wydajności o 20—25%, to jest o taką wartość, która była dla elektrowni dostateczna.

Obsługa przyjmująca kocioł do obsługi powinna być dokładnie obeznana ze wszystkiemi urządzeniami, związanemi z obsługą, ażeby je we właściwy sposób zużytkować. Jednak nie zawsze tak się dzieje. I tak np. w pewnej instalacji kotłowej pomimo słabego obciążenia kotła musiano pracować tylko z poddmuchem, bo inaczej ruch był niemożliwy. Taki stan rzeczy trwał mniej więcej rok cały. Podczas pomiarów okazało się, że w dostarczonym kotle palenisko było nastawione na pracę z poddmuchem przez zamknięcie klap dla dopływu powietrza z pod rusztu. Dla pracy bez poddmuchu należało tylko te klapy przy pomocy dźwigni otworzyć, o czem obsługa wogóle nic nie wiedziała.

Z prowadzeniem ruchu związany jest cały szereg zagadnień, które trzeba stale mieć na uwadze i stale czuwać nad całokształtem sprawy. Mamy tu do czynienia z wieloma trudnościami, naprawami, niespodziankami. Nie wszystko można stale utrzymać w należytym stanie. Nic też dziwnego, że wyniki ruchowe, będą odbiegać od optimalnych. Winno się jednak stale dążyć, by te różnice były jaknajmniejsze. W ogólnych zarysach zostały tu poruszone niektóre zagadnienia związane z ruchem. Obok kwestji urządzeń wchodzi w grę czynnik umiejętnego palenia, który wymaga odpowiednich kwalifikacyj od obsługi. A potrzeba winna stwarzać wymagania. Najpierw powinno się zawsze wyciągnąć z danej instalacji to, co jest możliwe do osiągnięcia, i pod względem wydajności, i sprawności, a potem dopiero idą przekalkulowane inwestycje. Podnoszenie sprawności i wydajności winno się zawsze zaczynać od tych pozycyj, które przy najmniejszym wkładzie dają największe korzyści. Do tych właśnie pozycyj należy prowadzenie ruchu kotła.

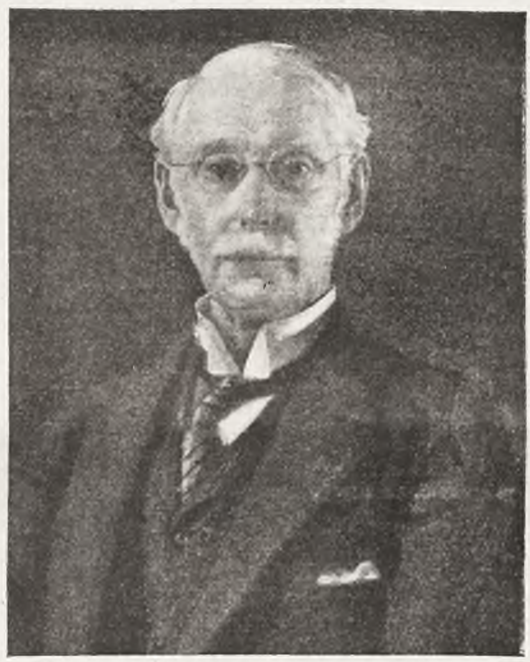
Inż. W. SCHRAMME

SIR CHARLES ALGERNON PARSONS

(Wspomnienie pośmiertne)

Z prasy zagranicznej dowiadujemy się z wielkim żalem o śmierci w dniu 11 lutego r. b. sira Charlesa Algernona Parsonsa. Śmierć nastąpiła na pokładzie parowca podczas wycieczki odpoczynkowej z Anglji do Indji Zachodnich.

Sir Charles Parsons zmarł w 77 roku życia i przez jego śmierć wiedza inżynieryjna i przemysł tracą pionera, który może najwięcej przyczynił się do wielkiego rozwoju w projektowaniu i fabrykacji pierwszych silników turbinowych poruszanych parą.



Sir Charles Parsons był czwartym synem hrabiego z Rosse i pierwsze swe wykształcenie otrzymał w domu i w kollegjum Św. Jana w Cambrigde.

Całe swe życie poświęcił nauce i różnorodnym badaniom, których skala sięgała od najdrobniejszych przedmiotów do olbrzymich atlantyckich okrętów, obsługiwanych przez turbiny parowe, zbudowane w/g jego pomysłu.

Sir Charles Parsons powinien być uważany raczej za pierwszorzędnego eksperymentatora, niż za wynalazcę, chociaż jako wynalazca zdołał osiągnąć wielkie zdobycze, co świadczy o jego wybitnych zdolnościach.

Prawdą jest, że Parsons rozpoczął swoje badania z zamiarem osiągnięcia określonego celu przynajmniej co do turbiny parowej.

Pozatem jego genjusz jako mechanika objawił się w metodach doświadczalnych, jak również w jego ostatnich wynalazkach. Przypadkowe okoliczności lub szczęśliwe odkrycia nigdy nie były jego udziałem: musiał on ciężko pracować, aby osiągnąć swój cel, w czem pomagała mu olbrzymia wiedza naukowa.

Jego zdolności naukowe były w pewnym stopniu dziedziczne i pogłębiały się dzięki szczęśliwemu otoczeniu i wybitnej opiece rodzicielskiej.

Ojciec Parsonsa hrabia z Rosse, znany astronom, zdecydował, że synowie powinni się kształcić w domu i rzeczywiście sir Charles Parsons, urodzony 13 lipca 1854 roku, od najmłodszych lat wzrastał w naukowej atmosferze, albowiem dom jego ojca w Birr Castle był domem otwartym dla ludzi wybitnych. Wielu z nich przyciągały do częstego odwiedzania tego domu nietylko zalety osobiste i wiedza naukowa gospodarza domu, lecz również jego cudowny teleskop, największy wtedy na świecie.

Ponadto sir Charles i jego bracia mieli cały szereg wybitnych nauczycieli domowych, jak Dr. Stoney, jego brat Bindon Stoney, T. Gray, znany potem profesor „Trinity College“, profesor Purser, który został następnie profesorem matematyki w Belfast i Sir Robert Ball, przyszły królewski astronom.

Sir Charles w swem późniejszem życiu utrzymywał, że nauczył się pierwszych zasad mechanicznej konstrukcji w inżynierji od swego ojca, który był biegłym inżynierem, uczonym i astronomem.

Sir Robert Ball, jeden z nauczycieli młodego Parsonsa, pisze w swych „Wspomnieniach“, że „mały warsztat w Birr Castle był stałem miejscem pobytu mego najmłodszego ucznia Charles Parsonsa. W tej małej „jaskini“ pracował on zawsze nad swemi wynalazkami. Pamiętam dwa z jego pierwszych wynalazków. Pierwszym była laska powietrzna, a drugim maszyna do sondowania głębokości, której potem z powodzeniem używał na jachcie swego ojca „Titania“. Głębokość wody była określana przez mierzenie ciśnienia, które wskazywała rurka barometryczna; obecnie ta zasada jest tak dobrze znana w maszynie do sondowania Lorda Kelvina“.

„Dzięki pomocy swego brata przyszły wynalazca turbiny parowej zbudował turbinkę parową i dobrze pamiętam ich zachwyt“, powiada Sir Robert Ball, „gdy szlifowali reflektor teleskopu na maszynie poruszanej przez silnik wykonany przez nich“.

Możemy dodać, że w jakieś trzy lata później w 1868 roku bracia Parsons zbudowali również wóz z silnikiem parowym około 4 *KMe* z wałem kardanowym, ukośnym napędem i skrzynką biegów.

W późniejszych latach Sir Charles Parsons zwykle żałował, że nie mógł korzystać ze szkolnego wykształcenia. Nie negując bynajmniej wpływu wykształcenia szkolnego na charakter zaznaczamy, że niewątpliwe wybitne zdolności Parsonsa, o ile dotyczą mechaniki, miały podstawę w niezrównanem otoczeniu i w praktyce w Birr Castle. Mniemamy, że ówczesny układ szkolny w Anglji raczej przeszkadzałby rozwojowi wrodzonych zdolności Parsonsa. Wystarczy powiedzieć, że gdy po krótkim pobycie w uniwersytecie w Dublinie, Sir Charles został umieszczony w College Św. Jana w Cambrigde, mając lat 19, nikt z jego szkolnych kolegów nie dorównywał mu ani w przygotowaniu naukowem, ani w sporcie; na zawodach wioślarskich Parsons wiosłował w pierwszej łodzi swojego Kollegjum.

Po ukończeniu trzyletniego kursu w Cambridge z odznaczeniem, mając lat 22, sir Charles Parsons wstąpił na praktykę do zakładów Armstronga w Elswich, gdzie pracował przez cztery lata.

W późniejszych latach Parsons wspominał, że wiele zawdzięczał przykładowi Sir William Armstronga. Parsons mówił, że był pod wielkim wrażeniem genjuszu Armstronga w zakresie mechaniki, jego sposobu wykonywania doświadczeń, jego zadziwiających zdolności w zakresie mechanicznej djagnostyki i jego nadzwyczajnej uwagi, zwracanej na najmniejsze szczegóły w wypadkach krytycznych i trudnych. Istotnie te właściwości Armstronga widzimy również i w samym Sir Charles Parsonsie w ciągu całej jego pracy technicznej. Ten fakt świadczy najwymowniej o wpływie kierowników na młodzież.

Będąc jeszcze praktykantem Parsons objawiał pomysłowość wynalazczą. Najbardziej znanemi jego wynalazkami z tego okresu była czterocylindrowa maszyna parowa z ruchomemi cylindrami, które były wtedy wyrabiane przez firmę Kitson w Leeds i których modele Parsons wykonał będąc w Cambrigde. Ta maszyna różniła się od wszystkich innych z tego okresu, albowiem nietylko obracał się wał korbowy, lecz i cylindry obracały się również naokoło niego robiąc połowę ilości obrotów wału.

Po ukończeniu swojej praktyki Parsons został wspólnikiem Kitsona, jako zdolny eksperymentator i pracował w Leeds przez dwa lata aż do 1883 roku. Główna praca jego w firmie Kitson polegała na zastosowaniu rakiet do napędu torpedowców.

Maszyna epicykloidalna i ograniczoność jej działania nasunęła Parsonsowi myśl zbudowania turbiny parowej. Parsons zbliżył się do tego zagadnienia na podstawie analogji turbiny wodnej. Utrzymywał on, że przez rozdział spadku ciśnienia na dużą ilość kół turbinowych, praca każdego z nich byłaby zbliżona do działania w turbinie wodnej, i że zespół poszczególnych kół turbinowych dałby pożądane rezultaty, zbliżone do otrzymywanych w turbinach wodnych. Przy tem jednak nastręczyły się wielkie trudności mechaniczne wskutek otrzymania szybkości obwodowej wynoszącej około 220 stóp na sekundę. W tym wypadku potrzebna była wynalazcy wielka pomysłowość i wytrwałość w doświadczeniach.

Pierwsza turbina parowa Parsonsa została wykończona w 1884 roku. Był to 4 *kW* silnik, składający się z serji wirników i odpowiadający turbinie o równoległym przepływie wody. Łopatki wraz z wirnikiem stanowiły jedną z nim całość. Ta konstrukcja była potem zastąpiona przez bardziej doskonałą, w której łopatki były nasadzane na wirnik.

Niewiele wówczas wiedziano o teorji prądnicy, dopiero zmarły w dwa lata później profesor John Hopkinson ugruntował mocne podstawy tej teorji, tak że wynalezienie dynamo o 18000 obrotów na minutę było prawie tak wielkim wynazkiem, jak sama turbina parowa. Naturalnie napotkano na wiele trudności mechanicznych, lecz zostały one w końcu pokonane.

Chociaż zużycie pary tej pierwszej turbiny wynosiło około 200 funtów na 1 *kW* przy ciśnieniu pary wlotowej 60 funtów na cal kwadratowy, jednakże epokowe znaczenie tego wynalazku z punktu widzenia mechaniki zostało odrazu uznane i jednym z najbardziej przekonanych fizyków był sam Lord Kelvin.

Pierwsze turbiny były wyrabiane przez firmę Clark, Chapman, Parsons & C°, której wspólnikiem został Sir Charles Parsons po opuszczeniu firmy Kitsonów.

Parsons prowadził to przedsiębiorstwo przez sześć lat i zbudował wiele turbin parowych małego rozmiaru do napędu prądnic o mocy do 100 koni parowych.

Rozwiązanie spółki pozbawiło Parsonsa jego praw patentowych.

Następnie Parsons założył fabrykę w Heaton i w niej, jak również w swojem laboratorjum, prowadził przez pięć lat szereg doświadczeń, aby zbudować turbinę o promieniowym przepływie pary, chociaż uznawał, że jego pierwotny wynalazek turbiny osiowej był lepszy.

W 1892 r. Parsons skonstruował turbinę promieniową o mocy 100 *kW* wraz z kondensacją. Turbina została wypróbowana przez Sira Alfreda Ewinga i zużywała już tylko 27 funtów pary na 1 *kW*/godzinę.

Turbiny tego typu były dostarczone dla stacji elektrycznych w Newcastle, Cambridge i Scarborough. Dokonano kilku poważnych udoskonaleń w szczegółach, nie tylko w konstrukcji turbiny, lecz i w prądnicy.

W 1894 roku Parsons odzyskał prawa patentowe do budowy turbin za małą część ceny początkowo ofiarowanej panom Clark, Chapman. Jednakże już przed odzyskaniem swych własnych patentów, Parsons wkroczył na drogę dalszych doświadczeń w budowie turbin osiowych reakcyjnych. W celu opanowania głównej trudności, jaka zachodzi przy budowie turbin parowych, mianowicie w celu uzyskania niezbyt wielkiej szybkości obwodowej wirnika, oraz stosunkowo niewielkiej liczby obrotów wału turbinowego, Parsons podzielił całkowity spadek ciśnienia pary między dolotem i wylotem z turbiny na kilkadziesiąt stopni, uzyskał przez to stosunkowo małą liczbę obrotów, przy której prądnica mogła być bezpośrednio połączona z wałem turbinowym.

Rozprzężenie pary w turbinie Parsonsa odbywa się stopniowo w wieńcach kierownic i w wieńcach wirników. Z powodu pewnego stopnia reakcyjności, czyli z powodu ekspansji pary w wieńcach wirnikowych, pozostaje pewien nacisk, który stara się przesunąć bęben w kierunku prądu pary. W celu zrównoważenia tego nacisku Parsons zastosował tak zwane tłoki odciążające, które tworzą jedną z najsłabszych stron jego turbiny. Uszczelnienia tłoków dokonał Parsons zapomocą tak zwanej szczeliny grzebieniastej, usuwając przez to wszelkie straty powstające przez tarcie.

Nie zamierzamy rozpatrywać tutaj wszystkich szczegółów udoskonaleń w turbinie parowej w ciągu szeregu lat, dzięki czemu zostało stopniowo zredukowane zużycie pary, które obecnie wynosi około 9 1/2 funtów na 1 *kW/h*.

Pierwsza większych rozmiarów turbina Parsonsa o mocy 25.000 *kW* została zbudowana w 1913 roku w Heaton.

Równocześnie w 1894 roku Parsons mógł poświęcić swą uwagę zastosowaniu turbiny parowej do pędzenia okrętów. Po trzech latach badań eksperymentalnych został ukończony pierwszy obsługiwany przez turbiny parowe statek „Turbinia“. Pokaz szybkości „Turbinji“ na rewji morskiej w 1897 roku zwrócił uwagę na ten rodzaj silnika. Opinja techniczna i publiczna szybko wypowiedziała się za silnikiem turbinowym do pędzenia okrętów, o wiele szybciej niż za silnikiem turbinowym lądowym. Pierwszy morski okręt poruszany silnikiem turbinowym został wykończony w 1897 roku, pierwszy okręt handlowy w 1901 roku, pierwszy brytyjski krążownik „Ametyst“ — w 1905 roku i pierwszy brytyjski okręt wojenny (the Dreadnought) w 1906 roku. Około 1917 roku atlantyckie okręty linjowe z turbinami o mocy 80.000 koni parowych były w użyciu w angielskiej marynarce handlowej. Obecnie turbiny parowe są wszędzie stosowane do pędzenia okrętów wojennych i wszystkie o wysokiej szybkości okręty handlowe używają turbin parowych.

Bezcennym dla oceanicznych potrzeb transportowych było wprowadzenie przez Parsonsa ślimakowej przekładni dla zmniejszenia stosunku szybkości turbiny do szybkości śruby okrętowej, tak że turbina mogła osiągnąć najwyższą szybkość wymaganą dla jej wysokiej termodynamicznej sprawności, podczas gdy śruba obracała się z małą szybkością odpowiednią do skuteczności pędzenia okrętu. Ten ostatni wynalazek jest prawie tak wielki w swych skutkach, jak i wynalazek samej turbiny parowej. Lord Kelvin określił w XIX wieku turbinę Parsonsa jako „najważniejszy rozwój maszyn parowych od czasów Jamesa Watta”.

Sir Charles Parsons nie ograniczał swej wyjątkowej wiedzy i badań do rozwiązania zagadnień doraźnej praktycznej wartości.

Już w 1888 roku Parsons zapoczątkował badania zachowania się różnych ciał, szczególnie węgla, pod wysokiem ciśnieniem, przyczem udało mu się zamienić węgiel na grafit. W 20 lat później Parsons usiłował bezskutecznie skrystalizować węgiel przez ogrzewanie w piecu elektrycznym i jednocześnie poddawanie go ciśnieniu, które zapobiegałoby ulatnianiu się węgla. Ciśnienie stosowane w tych doświadczeniach było wytwarzane hydraulicznie i przedstawiało pewne maximum, które mogło być osiągnięte w ten sposób. Dla osiągnięcia wyższych ciśnień wystrzeliwano kulę z broni palnej do otworu wyświdrowanego w bloku ze stali, substancja zaś poddawana ciśnieniu umieszczona była albo na dnie otworu, albo też we wklęsłości zrobionej w oprawce kuli. Wypuszczając kulę z szybkością 5000 stóp na sekundę, można było osiągnąć ciśnienie 2000 tonn na kw. cal. Jednakże i tak olbrzymie ciśnienie nie spowodowało krystalizacji węgla.

W ostatnich latach Parsons zwrócił uwagę, że przez zastosowanie wyższych ciśnień pary i temperatur przy turbinach parowych w marynarce angielskiej można osiągnąć lepsze wyniki i znaczniejszą oszczędność w użyciu węgla, co zostało dowiedzione praktycznie. W 1926 roku zaopatrzono statek rozrywkowy Clyde „Król Jerzy V” w kotły wytwarzające parę o ciśnieniu 550 funtów na *kw. cal* i temperaturze 800 stopni Fahrenheita dla turbiny parowej o mocy 3.500 koni parowych. Próba ta odbyła się z powodzeniem i trafność tej myśli była potwierdzona przez wyniki osiągnięte następnie na najnowszych

okrętach Canadian Pacific Company. Sprawa ta była zreferowana następnie przez pana J. Johnsona w odczycie wygłoszonym w Instytucie Morskich Architektów na wiosnę 1929 roku.

Pomimo podeszłego wieku Sir Charles Parsons nie przestawał interesować się rozwojem turbin parowych i wygłosił odczyty o postępach w ich budowie i eksploatacji w British Association w 1929 roku i na Międzynarodowej Konferencji Energetycznej w Berlinie w 1930 roku.

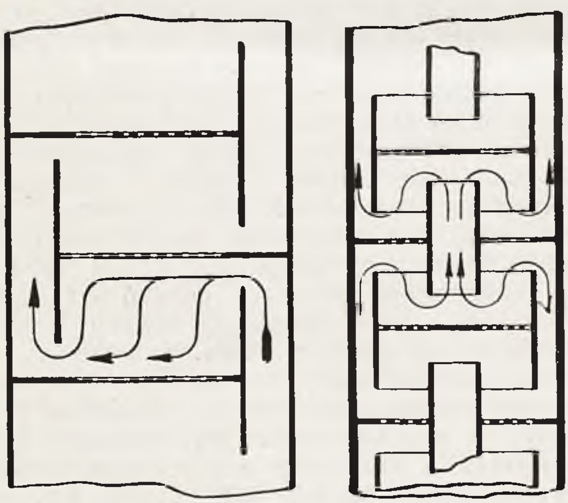
Poza tem Parsons był zwolennikiem teorji, że wysoka temperatura wnętrza ziemi może być wyzyskana i dostarczyć przemysłowi w nieograniczonej ilości siły pędnej i ciepła.

Prof. Cz. GRABOWSKI.

ZASADY HYDRAULICZNEJ TEORJI CIĄGU NATURALNEGO

(Por. *Technika Cieplna*, str. 22, 1931).

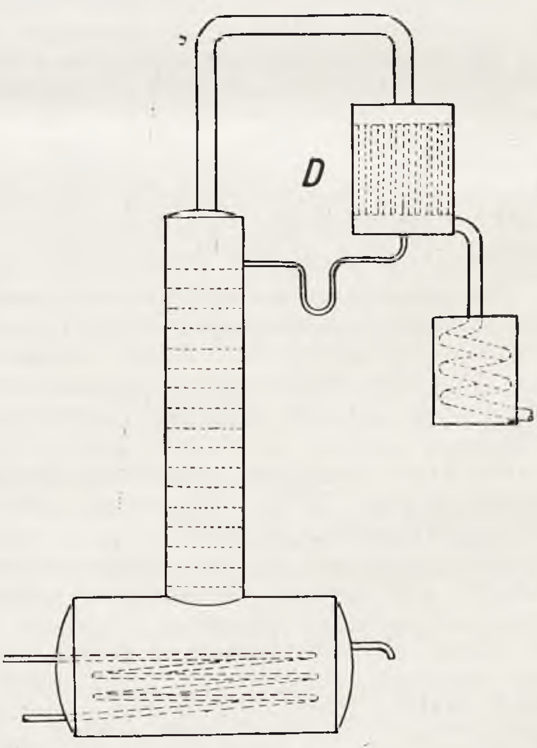
Inne zastosowanie aparatów tego typu widzimy w kolumnach rektyfikacyjnych (rys. 45). Składają się one z czterech oddzielnych aparatów. 1) Dolną część aparatu rektyfikacyjnego stanowi kocioł destylacyjny; 2) centralną — wysoka kolumna właściwa wypełniona półkami, najczęściej „dzwonowego“ typu, t. j. podobnemi do półek w płóczkach (rys. 6, rozdz. 5). Górną część stanowią dwa skraplacze: 3) deflegmator t. j. skraplacz frakcjonujący, czyli dzielący parę z kolumny: a) na skropliny, które powracają do kolumny (zwane „flegmą“ lub odciekiem) i na rektyfikat, który w stanie pary uchodzi do 4) skraplacza ostatecznego [1]).



Rys. 43 i 44

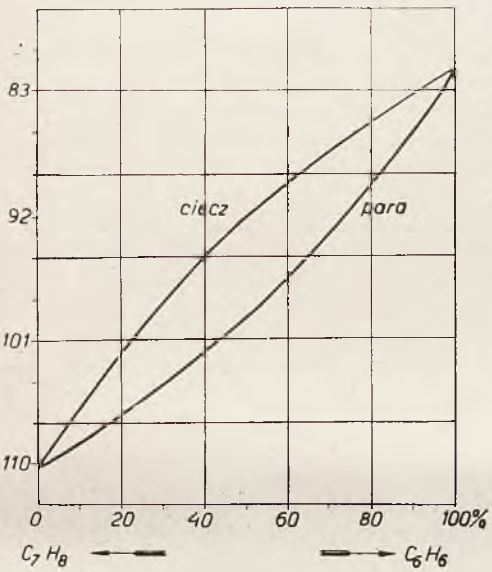
[1]) Aparaty rektyfikacyjne z ustalonym biegiem frakcjonowania, a więc aparaty do *rektyfikacji ciągłej* zasilane są na jednej ze środkowych półek kolumny; ciecz wyczerpana usuwana bywa stale z kotła destylacyjnego przez specjalny przelew.

Ogólną teorję rektyfikacji mieszanin dwuskładnikowych najdogodniej wyjaśniają nam wykresy równowagi fizyczno-chemicznej pomiędzy fazą ciekłą i fazą gazową rozdzielanych mieszanin, a więc wykresy te wyrażają nam zależność pomiędzy składem cieczy i składem pary, która z tej cieczy się ulatnia oraz odpowiednią temperaturą wrzenia owej mieszaniny. Rys. 46 przedstawia nam owe równowagi dla mieszanin benzenu z toluenem



Rys. 45

C_6H_6 i C_7H_8 [1]): na osi pionowej w kierunku z góry na dół odłożone są temperatury, a na osi poziomej molowy skład mieszanin. Kreski poziome tej izotermy wyrażają nam ową równowagę fizyczno-chemiczną [2]) pomiędzy fazami. W górnej części wykresu mamy niższe temperatury, więc przewagę składnika bardziej lotnego, a zatem część górna wykresu odpowiada górnej części kolumny, deflegmatorowi i skraplaczowi ostatecznemu; w dolnej części wykresu mamy wyższe temperatury, a więc (dla ustalonego biegu kolumny, t. j. dla rektyfikacji ciągłej) ta część wykresu odpowiada dolnej części kolumny i kotłowi destylacyjnemu.



Rys. 46

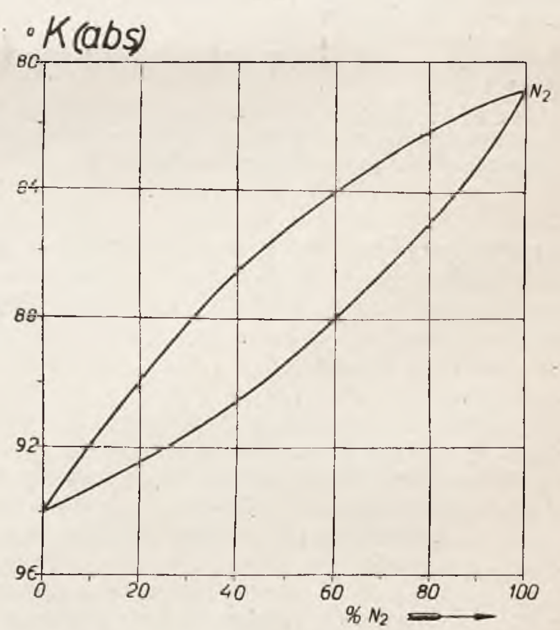
Z wykresów takich widzimy, że w samej kolumnie w miarę unoszenia się fazy gazowej z kotła do deflegmatora mamy stopniowy czasami dość znaczny spadek temperatury; np. dla rektyfikacji mieszaniny benzenu z toluenem (zgodnie z wykresem przedstawionym na rys. 46) spadek ten wynosi około 25°, a więc można byłoby wyprowadzić wniosek, że w wypadku tym mamy w aparacie nienaturalny kierunek fazy gazowej. Jeżeli jednak uwzględnimy stopniowe nasycanie się pary składnikiem łatwiej wrzącym, a nasycanie się cieczy składnikiem o wyższym punkcie wrzenia, to stosunek pomiędzy ciężarami właściwemi pary wydzielającej się z kotła destylacyjnego i pary wstępującej do deflegmatora może okazać się różny zależnie od składu chemicznego frakcjonowanej mieszaniny. Np. przy rektyfikacji mieszanin benzenu z toluenem mielibyśmy: 1) ciężar właściwy czystego C_6H_6 wrzącego około 80°

$$\frac{78.273}{22{,}4\ (273+80)} = \frac{60{,}3}{22{,}4}\ kg/m^3$$

2) ciężar wł. C_7H_8 w 110°

$$\frac{92.273}{22{,}4\ (273+110)} = \frac{65{,}6}{22{,}4}\ kg/m^3 \quad ^{1)}$$

a więc w kolumnie do rektyfikacji mieszanin tych składników mamy naturalny kierunek fazy gazowej.



Rys. 47

W niektórych wypadkach różnice pomiędzy ciężarami właściwemi składników wrzących są nieznaczne. Np. w górnej kolumnie aparatu Lindego (wykres na rys. 47) do rektyfikacji powietrza stosunek ciężarów właści-

[1]) Według dawnej terminologji benzolu z toluolem.

[2]) Równowagę taką mamy w kotle destylacyjnym. Można dowieść, że na półkach kolumny niema odpowiednich warunków do ustalania się tego rodzaju równowagi pomiędzy produktami, opuszczającemi półkę, lecz jedynie pewien zespół półek rzeczywistych traktować możemy jako jedną *półkę teoretyczną*.

Przyczynki do teorji rektyfikacji ogłosiłem w następujących artykułach, opracowanych na podstawie prac dyplomowych wykonanych pod mojem kierownictwem w zakładzie maszynoznawstwa ogólnego i chemicznego Politechniki warszawskiej: 1) (wspólnie z inż. chem. J. Bornsteinem) „Zjawiska w kolumnie rektyfikacyjnej w oświetleniu graficznem" (na przykładach benzenu z toluenem. Przemysł chemiczny r. 1925 Nr. 3—6). 2) (wspólnie z inż. chem. Ign. Nowakowskim) „Oświetlenie graficzne zjawisk w kolumnie podczas rektyfikacji wodnych roztworów alkoholu etylowego". (Technika gorzelnicza r. 1926), 3) (wspólnie z asyst. inż. chem. J. Juźwińską): „Zasady działania aparatu do rektyfikacji powietrza metodą Lindego w oświetleniu graficznem" (Przegląd techniczny r. 1926. Numer specjalny poświęcony sprawom przemysłu chemicznego).

[1]) Gdzie 78 i 92 odpowiednie ciężary molowe (*kg/kmol*), zaś 22,4 $m^3/kmol$ objętość jednego mola (dużego) w 0°C i przy 760 *mm Hg*.

wych azotu (który posiada niższy punkt wrzenia) do tlenu wynosi

$$\frac{28}{81} : \frac{32}{94} = 329 : 324$$

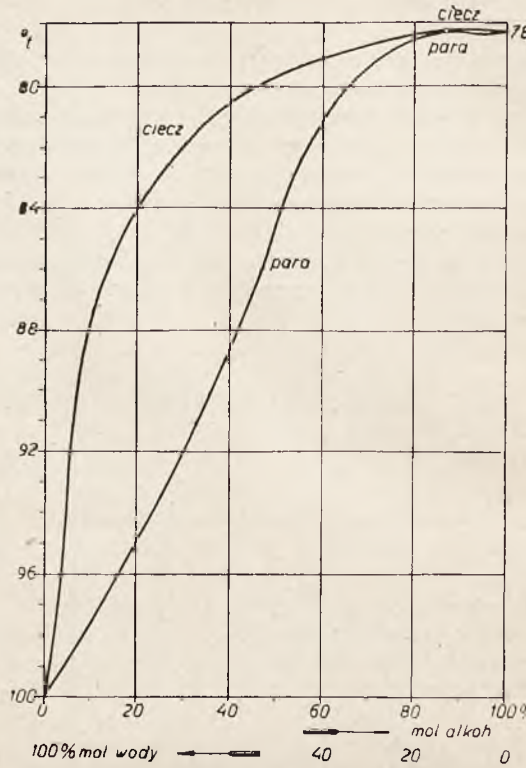
a w dolnej kolumnie[1])

$$\frac{28}{92} : \frac{32}{106} = 371 : 368 \quad ^{2)}$$

Jeżeli uwzględnimy jeszcze, że azot zawiera argon (A=39,9) to dojdziemy do wniosku, że podczas rektyfikacji powietrza faza gazowa posiada kierunek nienaturalny.

Silny wzrost ciężaru właściwego fazy gazowej w górnej części kolumny mamy przy rektyfikacji wodnych roztworów alkoholu etylowego (rys. 48), gdyż $C_2H_6O = 46$ a $H_2O = 18$.

W kolumnach sitowych lub innych, nie posiadających ściśle wytkniętej drogi dla fazy gazowej przy nienaturalnym biegu tej fazy mogą powstawać bardzo niepożądane prądy konwekcyjne; prądy te nietylko tamują prąd główny, ale powodują również częściowe mieszanie się frakcyj bardziej lotnych z dolnemi bogatemi w substancje mało lotne, co obniża efekt frakcjonowania. Dla tego też chcąc uprościć konstrukcję kolumny przez zastąpienie półek dzwonowych sitami lub pierścieniami Raschiga, należy przedewszystkiem wyjaśnić sobie, czy w kolumnie panuje naturalny czy też nienaturalny prąd fazy gazowej. Sprawę tę komplikuje ta okoliczność, że



Rys. 48

w praktyce mamy zwykle do czynienia z rektyfikacją cieczy wieloskładnikowych.

(D. c. n.)

[1]) Patrz wyżej wymienioną pracę o rektyfikacji powietrza.

[2]) W obliczeniach tych 81°K, 94°, 92°, 106° są to odpowiednie temperatury wrzenia N_2 i O_2 pod różnemi ciśnieniami wyrażone w skali absolutnej (°K).

ZNISZCZENIE ŁOPATEK W CZASIE POSTOJU TURBIN PAROWYCH

(DYSKUSJA)

Z powodu artykułu pod powyższym tytułem, umieszczonego w Nr. 12 „*Techniki Cieplnej*" z r. 1930, wywiązała się pomiędzy p. inż. dypl. H. Treitlem, dyrektorem i członkiem centralnego zarządu T-wa Akc. „A. E. G." w Berlinie, a prof. W. Chrzanowskim korespondecja następującej treści, którą za zgodą wyżej wymienionych panów umieszczamy poniżej.

Berlin, dn. 27/I.1931 r.

Artykuł p. t. „Zniszczenie łopatek w czasie postoju turbin parowych" przestudjowałem w tłumaczeniu i pragnąłbym ze swego doświadczenia poczynić następujące uwagi.

F-ka turbin parowych „A. E. G." zarzuciła od dłuższego czasu stosowanie metalu Monela na łopatki i bandaże turbin parowych, ponieważ okazało się, że na materjale tym nie można bez zastrzeżeń polegać. Nie można bowiem opierać się na najstaranniejszem badaniu próbek materjału, jak przy innych materjałach, bo zawsze zdarza się, że mimo to znajdują się wady, nie dające się wykryć, które w ruchu stają się powodem niedomagania.

Co do otwierania pokryw na otworach w kadłubie turbiny w czasie jej postoju, to nie zrobiliśmy dobrych doświadczeń. Z tej przyczyny radzimy turbiny możliwie długo trzymać w stanie ogrzanym i odradzamy prowadzić zimne powietrze przez turbinę w czasie jej postoju.

podp. (—) *H. Treitel.*

Warszawa, dn. 21.II.31.

Z powodu dłuższej nieobecności w Warszawie, dopiero dziś odpowiadam na pismo z dn. 27 ub. m. Z artykułu mego o zniszczeniu łopatek w czasie postoju turbin parowych, wywnioskował WPan zupełnie słusznie, iż bardzo wysoko cenię metal Monela. Przyczyną tego są dobre doświadczenia, jakie zrobiliśmy

w Polsce przy licznych turbinach o mocy 3 do 6 tysięcy *kW*, w których ostatnie łopatki wirnikowe były z powyższego metalu. Przyznaję, że metal Monela posiada liczne wady, które pragnąłbym streścić w następujących słowach:

a) metal Monela jest bardzo drogi;

b) obróbka jego jest bardzo droga;

c) łatwo zachodzą wypadki, w których zamiast oryginalnego metalu Monela otrzymuje się naśladownictwo, przyczem materjał otrzymany jest niejednolity i wykazuje wady, o których WPan Dyrektor wspomina.

Jak poprzednio zaznaczyłem, tak osobiście, jak i liczni inżynierowie Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie stwierdzili w szeregu pomiarów odbiorczych, że metal Monela jest na erozję odporniejszy od t. zw. stali nierdzewiejącej. O jego wielkiej odporności względem korozji wiem od znajomych. Badania wykonane wskutek mej inicjatywy z wyżarzonym metalem Monela wykazały, że posiada on przy temp. 200° C trwałą granicę wytrzymałości powyżej 25 kg/mm^2 tak, że można go w wielu wypadkach używać. Narazie stoję na stanowisku, że w tym względzie musimy opierać się na dokładnych badaniach i doświadczeniu, oraz że inżynier nie może zgodzić się na ogólne tezy p. inż. Baumanna, dotyczące trwałej granicy wytrzymałości (granicy pełzania), dopóki tezy te nie zostaną udowodnione. Nawiasem chciałbym wspomnieć o tem, że jedna ze znanych wytwórni turbin parowych stosuje przy parze o temp. aż do 375° metal Monela na dławnice z dobrem powodzeniem.

Co do otwierania pokrywek w kadłubach turbin, to stosuje je, jak to wynika zresztą z mego artykułu, jedna z wytwórni turbin promieniowych, które w Polsce są rozpowszechnione. Doświadczenia z łopatkami tych turbin w czasie ich postoju są dobre.

Zalecenie, które T-wo „A.E.G." daje swym odbiorcom, aby jaknajdłużej utrzymywali turbiny w stanie gorącym w czasie postoju jest bodaj niewykonalne, jeśli w siłowni fabryki turbiny pracują na zmianę w czasie jednego miesiąca, czyli jeśli centrala posiada 100% rezerwę silników.

Jak WPan z mego artykułu wywnioskował, nie jestem zwolennikiem przeprowadzania zimnego powietrza przez turbinę w czasie jej postoju. Jeśli nie zachodzi wypadek czwarty, wymieniony w mym artykule to z pewnością można osiągnąć dobre wyniki, przeprowadzając podgrzane powietrze przy pomocy wentylatora przez turbinę w czasie jej postoju.

(—) *W. Chrzanowski.*

Berlin, dn. 10/3 1931 r.

Z przyjemnością podejmuję inicjatywę wyrażoną w pańskim liście z dn. 21 lutego 1931 r. i pragnąłbym podać moje zapatrywanie i doświadczenia co do poruszonych tak ważnych zagadnień oraz zgadzam się chętnie na to, aby nasza korespondencja była opublikowana w „*Technice Cieplnej*".

W sprawie metalu Monela zapatrywania nasze nie są zgodne. Mogę wprawdzie potwierdzić zgodnie z komunikatami, które WPan otrzymał od innych, że metal Monela jest bardzo odporny na korozję, natomiast doświadczenia nasze wykazały, że nie jest on tak trwały na erozję, jak stosowana przez T-wo „A. E. G." stal nierdzewiejąca. Na pewne części naszych turbin, które nie podlegają erozji pary wilgotnej i przy których względy wytrzymałościowe są decydujące, a natomiast osad rdzy musi być bezwzględnie uniknięty, stosuje także T-wo „A. E. G." metal Monela, przyczem nadmieniam, że nasze doświadczenia dotyczą wyłącznie oryginalnego metalu Monela.

Aby uniknąć słabych stron metalu Monela, polegających w pierwszej linji na braku jednolitości jego struktury, na której możnaby polegać, poleca się obecnie z różnych stron stal o wysokiej zawartości niklu, która posiada aż do 60% Ni przy około 15% C, np. stal francuska ATV i stal niemiecka B7M. W tych dwu stalach skład chemiczny zbliża się do składu metalu Monela (68%—70% Ni, 1,5% Fe, pozostałość Cu). Stale te, które jednakże dotychczas tylko na próbę były stosowane, posiadają większą wytrzymałość i przydłużenie, stal B7M także większą granicę plastyczności (płynności) od t. zw. stali nierdzewiejących, które zwykle stosuje się na łopatki turbin parowych. Niestety te wysokie wartości wytrzymałościowe są okupione bardzo wysokiemi cenami, bo np. stal B7M posiada cenę 5-krotnie wyższą od ceny stali nierdzewiejącej V5M.

Stosowania metalu Monela nie możnaby na dławnice według mej opinji polecać, ponieważ obróbka (skrawanie) jego jest z powodu wielkiej twardości trudne, a prócz tego zachodzi obawa, że metal Monela uszkodzi wał przy zetknięciu się z nim. Z tej przyczyny T-wo „A.E.G." stosuje na dławnice mosiądz niklowy o składzie 5% Ni, 42% Zn i 43% Cu. Uwagi pańskie, iż nasze zalecenie trzymania turbin możliwie przez długi czas w stanie ciepłym nie może być przeprowadzone przy maszynach pracujących na zmianę, są oczywiście słuszne. Nasza wskazówka dotyczy jedynie tych wypadków, w których przerwy ruchu trwają tylko kilka godzin; jest ona więc przedewszystkiem ważną dla maszyn o dużej mocy.

Przy dłuższym postoju turbiny, trzeba bezwzględnie starać się o uniknięcie korozji, tj. trzeba wnętrze turbiny osuszyć i zapobiec wytwarzaniu się nowej wody. Zapatrywanie wyrażone w pańskim artykule, że uszkodzenia turbin w czasie ich postoju są w większości wypadków spowodowane niedopatrzeniami ze strony wykonawcy turbin, posiada, jak przypuszczam, w tej ogólnej formie zarzut, którego słuszności nie mogą uznać wytwórcy turbin. W każdym razie T-wo „A. E. G." uwzględnia w szerokiej mierze wszelkie środki konstrukcyjne, według dzisiejszego stanu zapatrywań słuszne, oraz daje personelowi obsługującemu turbiny szczegółowe instrukcje ruchu, dotyczące środków, które należy zastosować przy dłuższym i krótszym postoju turbiny.

Zapatrywania pańskie i moje co do środków, jakie należy zastosować w turbinach kondensacyjnych i przeciwprężnych celem usunięcia zbierania się wody, które to mogłoby spowodować również następujące odparowywanie i osady wodne, zgadzają się w zupełności; również zgadzają się nasze zapatrywania w tem, że środki te należy stosować nie tylko w rurociągu pary świeżej, pary pobieranej i pary przeciwprężnej, lecz także w rurociągach dławnic i we wszelkich połączeniach, w których panuje ciśnienie wyższe od

atmosferycznego. Nie można więc odpływów z dławnic i z odwodnień doprowadzać do zbiorników, które zwykle znajdują się pod ciśnieniem, bo z tych zbiorników mogłyby opary pary wodnej powrócić wstecz do wnętrza turbiny, T-wo „A. E. G." posuwa się czasem nawet tak daleko, że zaleca na wypadek dłuższego postoju turbiny zamknąć przed zaworem głównym turbiny rurociąg pary dolotowej zapomocą pokrywy.

Wspomniane przez WPana przeprowadzanie podgrzanego powietrza przez turbinę w czasie jej postoju przy pomocy wentylatora wypróbowaliśmy z dobrym skutkiem, natomiast niewłaściwe jest według mej opinji wprowadzać powietrze zimne przez otwarcie klapy lub pokrywy do kadłuba turbiny, jak to WPan wspomina o pewnej turbinie promieniowej. Powietrze ciepłe i wilgotne skrapla się bowiem wtedy bardzo szybko w kadłubie turbiny, części wewnętrzne stają się zupełnie wilgotne i rdzewieją pod wpływem działania tlenu powietrza. Nasze przepisy ruchu zawierały przed laty podobną wskazówkę, którą jednakże zarzuciliśmy. Po zupełnem odwodnieniu kondensatora można jednakże rurę odwadniającą kondensator oraz rurę odprowadzającą parę skroploną z dławnicy otworzyć czyli połączyć z salą maszynową i przez to wywołać przewiew powietrza przez kondensator i turbinę, przez co wypycha się ciepłe wilgotne powietrze z turbiny. (—) *H. Treitel.*

Warszawa, dn. 14 marca 1931 r.

W uprzejmej odpowiedzi na list pański z dnia 10 b. m. stwierdzam z przyjemnością, że T-wo „A.E.G." przy dłuższych postojach turbin stosuje te same środki, które podałem w mym artykule. Niestety nie wszystkie wytwórnie turbin postępują w ten sposób, a zarzuty moje mogą oczywiście dotyczyć tylko tych ostatnich wytwórni.

(—) *W. Chrzanowski.*

KURSY INŻYNIERSKIE POLITECHNIKI WE LWOWIE

Kurs parowy (cieplno-kotłowy), cztero-dniowy, odbędzie się we Lwowie w czasie od 6 do 11 kwietnia b. r., pod egidą Wydziału Mechanicznego Politechniki. Program obejmuje (po za ćwiczeniami) niżej wymienione referaty:

Inż. Huculak. Sposoby podwyższenia sprawności kotłów parowych. *Inż. Zielski.* Wyzyskanie ciepła odpadkowego do ogrzewania. *Dr. Deryng.* Zagadnienie mniej wartościowego paliwa na światowej konferencji energetycznej 1930 r. *Prof. Witkiewicz.* Armatura parowa. Obecny stan techniki izolacyjnej, — oraz referaty opracowane przez inżynierów Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie:

Inż. Bizański. Zagadnienia wysokiego ciśnienia i przegrzania pary. *Inż. Wójcicki.* Zagadnienie ruchowe w nowoczesnej kotłowni. *Inż. Madej.* O komorach paleniskowych kotłów parowych. *Inż. Wróblewski.* Warunki dobrego spalania węgla na rusztach ruchomych. *Inż. Górecki.* Automatyzacja ruchu kotłów parowych. *Inż. Rosner.* Pompy wirowe do zasilania kotłów parowych. *Inż. Bizański* Umowy gwarancyjne i ich rola w życiu przemysłowem. *Inż Rosner i Inż. Wójcicki.* Opalanie kotłów gazem ziemnym *Inż. Rokitowski.* Najczęściej spotykane wady prowadzenia ruchu kotła. *Inż. Górecki.* Kontrola ruchu w kotłowni i w maszynowni.

Bezpośrednio po kursie parowym odbędzie się *Kurs torfowy* (techniczne użytkowanie), trzy-dniowy, w czasie od 13 do 15 kwietnia b.r. Program obejmuje (poza pokazami badania, spalania i gazowania torfu) 12 referatów. Dotyczą one: geografji torfu, jego eksploatacji, odwadniania, uszlachetniania, sposobów oceny, chemji, gazowania, koksowania, spalania, oraz znaczenia torfu w gospodarce energetycznej, specjalnie przy projektach elektryfikacyjnych.

Oba kursy są w zasadzie dla wszystkich dostępne, przeznaczone jednak dla inżynierów, interesujących się powyższemi zagadnieniami.

Opłata za kurs parowy (na pokrycie kosztów administracyjnych) wynosi 20 zł., za kurs torfowy 15 zł. Zgłoszenia przyjmuje, szczegółowe programy na żądanie wysyła i informacyj udziela prof. Witkiewicz (Lwów, Politechnika).

POWSTANIE KOŁA OGRZEWNIKÓW PRZY STOWARZYSZENIU TECHNIKÓW POLSKICH W WARSZAWIE

W dniu 29 stycznia r. b. odbyło się pod przewodnictwem prof. H. Czopowskiego Walne Zebranie Organizacyjne Koła Ogrzewników w Stowarzyszeniu Techników Polskich w Warszawie.

Celem zebrania było wznowienie działalności, przerwanej z chwilą wybuchu wielkiej wojny, oraz ostalenie programu pracy na okres najbliższy.

W sprawozdaniu Komitetu Organizacyjnego streścił p. Bąkowski przebieg prac, związanych z formalnem wznowieniem Koła, oraz powiadomił o powołaniu przez Komitet Organizacyjny dwóch komisyj. Jedna z nich w składzie pp. Bąkowskiego, Godlewskiego i Strassburgera przejrzała i uzupełniła referat p. Bąkowskiego, opracowany na życzenie Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, w sprawie naczyń, będących pod ciśnieniem pary wodnej w urządzeniach zdrowotnych, który to referat wraz z innemi ma służyć Komisji Ministerstwa Przemysłu i Handlu za podstawę do opracowania odpowiednich przepisów bezpieczeństwa. Druga komisja, złożona z pp. Bąkowskiego, Godlewskiego, Kamlera i Ponikiewskiego, przejrzała i uzupełniła projekt słownictwa w ogrzewaniu centralnem opracowany przez p. Bąkowskiego na życzenie Komisji Słownictwa Technicznego Akademji Nauk Technicznych.

Jako program najbliższych prac Koła zaproponował Komitet Organizacyjny:

1) szereg odczytów na tematy aktualne ogrzewania i wietrzenia;
2) opracowanie polskich norm obliczeniowych ogrzewań centralnych;
3) opracowanie przepisów bezpieczeństwa dla ogrzewań wodnych;
4) uzupełnienie słownictwa ogrzewania i wietrzenia i
5) normalizację i uproszczenie części składowych ogrzewań centralnych.

Do Zarządu Koła wybrano pp. F. Bąkowskiego (przewodniczący), M. Nierojewskiego, M. Ponikiewskiego, M. Strassburgera i J Zyberta.